COURS D'AGRICULTURE PAR LE C.TE DE GASPARIN



COURS

D'AGRICULTURE

III.

PARIS. — IMPRIMERIE D'E. DUVERGER
RUE DE VERNEUIL, N° 4.

COURS

D'AGRICULTURE

PAR

LE Cte DE GASPARIN

PAIR DE FRANCE

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE D'AGRICULTURE, ETC.

TOME TROISIÈME





PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE DUSACQ

Éditeur de la Maison Rustique et du Bon Jardinier

RUE JACOB, N° 26

Et chez tous les Libraires de la France et de l'Étranger

1847

COURS

D'AGRICULTURE

MÉCANIQUE AGRICOLE

La mécanique agricole n'est qu'une simple subdivision de la mécanique industrielle et ne doit être abordée qu'après une étude préalable des principes généraux qui la régissent. Nous n'aurions pu nous dispenser, il y a quelques années, de la faire précéder de l'exposition de ces principes et de remonter même jusqu'à la mécanique rationnelle; nous manquions alors d'un enseignement convenable pour préparer nos lecteurs aux applications des arts. Aujourd'hui les ouvrages excellents de Coriolis (*Traité de la Mécanique des corps solides*) et de M. Poncelet (*Introduction à la Mécanique industrielle*) nous dispensent de cette tâche difficile, et nous pouvons nous borner aux applications qui se rattachent plus étroitement à notre spécialité. Heureux si parmi les applications que ces maîtres mettent sous les yeux de leurs élèves, ils avaient choisi nos machines agricoles et les avaient soumises au savant examen qui a valu des perfectionnements si remarquables à nos machines à vapeur et à nos roues hydrauliques. Quoiqu'ils ne l'aient pas fait, nous ne pouvons les accuser d'un injuste dédain pour l'industrie agricole. Nous avons entendu M. Poncelet regretter de n'être plus placé de manière

à pouvoir faire des expériences sur nos instruments, et un de ses élèves les plus distingués, M. A. Morin, a été conduit par ses travaux à étudier d'une manière particulière le tirage des voitures ; il a fait quelques expériences sur la charrue ; enfin il nous a donné le dynamomètre le plus parfait que nous connaissions. Coulomb avait fait des expériences sur la bêche, et il y a plus d'un siècle Lecamus portait les aperçus d'un rare bon sens sur les voitures et sur les charrues. Nous ne devons donc pas attribuer le silence presque absolu des mécaniciens à l'égard des instruments agricoles à des sentiments peu favorables à l'agriculture, mais bien à ce que les agents de l'agriculture, trop ignorants pour connaître leurs propres besoins, loin d'élever aucune plainte, loin d'adresser aucune demande à la science, se révoltaient contre toute idée de changement et n'admettaient pas même la critique des outils imparfaits dont ils se servaient. On sait les difficultés que l'on éprouve encore aujourd'hui à les modifier ; malgré les exemples éclatants des succès obtenus par l'usage des instruments perfectionnés, l'adage de Caton : *Ne change pas ton soc*, semble être resté la règle invariable du plus grand nombre des cultivateurs. Ne pourrait-on pas dire aussi qu'une longue pratique avait porté ces instruments, dès les temps les plus anciens, à un assez haut degré de perfection, relativement aux ouvriers chargés de les exécuter, aux forces à employer et à la tâche de travail à accomplir, en voyant les formes générales et les perfectionnements successifs ne porter que sur les parties accessoires? En effet, on trouve déjà dans l'antiquité la bêche, le râteau, la houe, plusieurs espèces de charrues qui répondent à celles dont nous nous servons, notre simple araire, notre araire à versoir [1], le cultivateur araire à deux versoirs [2]. Ces parties principales de la charrue étant données, il ne restait plus que leur forme à perfectionner.

(1) Pline, lib. XVIII, cap. 20, *Tabula annexa.*

(2) Varron, lib. I, cap. 29, *Tabulis additis ad vomerem simul.*

Sans doute on a beaucoup gagné en substituant dans l'action de la charrue le tranchant du soc à la pression du coin, mais ce premier progrès, d'où découlèrent tous les autres, a été obtenu par des ouvriers et est antérieur à l'époque où l'on a cherché à porter la lumière de la science sur les procédés agricoles; et les perfectionnements obtenus depuis sont loin d'avoir la valeur exagérée que l'on est souvent tenté de leur attribuer.

Notre œuvre serait immense si nous nous proposions d'examiner en détail l'innombrable série des machines agricoles. Les salles des conservatoires en sont pleines; chaque année les catalogues des fabricants nous en présentent de nouvelles; sans doute un livre qui aurait pour but de les apprécier conduirait à d'utiles découvertes; un grand nombre d'idées ingénieuses entassées dans ces sortes de nécropoles sont perdues pour le public et pourraient lui être rendues par un examen judicieux; mais tel ne peut être notre but. Indiquer les différents effets que le cultivateur se propose de produire; choisir parmi les machines quelques-unes des plus parfaites, les décrire, les apprécier et donner les principes qui peuvent servir à les juger, c'est la ligne qui nous paraît suffire à l'instruction de nos lecteurs. Nous demandons que l'on nous tienne compte de l'absence d'un guide que nous puissions suivre, de la nécessité où nous sommes d'appliquer tant de sciences différentes, qui n'ont été qu'une partie accessoire de nos études. D'autres viendront, qui nous corrigeront et compléteront ce que nous avons laissé de trop imparfait.

Le but de la mécanique industrielle est l'exécution intelligente et économique des travaux relatifs aux opérations des arts, au moyen des forces motrices. On a rempli ce but quand le moteur employé est celui que l'on peut se procurer le plus facilement et au meilleur marché, et que l'effort exercé, multiplié par la durée du travail possible, est un *maximum*.

Cette définition nous conduit à circonscrire le champ de la

mécanique agricole. Laissant à la mécanique rationnelle ses théories du mouvement et de l'équilibre, à la mécanique industrielle générale l'étude du travail dynamique des forces et des dispositions générales des machines, nous considérons dans le champ plus limité du travail agricole 1° les moteurs dont notre industrie peut disposer; 2° les instruments auxquels on les applique pour exécuter un travail déterminé; 3° le choix des moteurs à appliquer à chaque instrument et à chaque opération, et le résultat économique de ce choix. Ces trois divisions embrassent toute l'étendue de notre sujet.

Nous devons rappeler succinctement ici quelques distinctions essentielles que l'on ne doit jamais perdre de vue. On a donné le nom de *force* à toute cause qui tend à modifier l'état d'un corps ou à le faire mouvoir s'il est en repos. L'intensité avec laquelle la force agit est ce que l'on appelle *l'effort*. Le travail mécanique est le résultat de l'activité, de la force employée à vaincre des résistances sans cesse renouvelées pendant la durée du travail. Il ne doit pas être confondu avec l'effort produit par le moteur. Celui-ci, attaché à un point fixe, invariable, pourrait se consumer en vains efforts, sans produire aucun travail mécanique. Le travail mécanique se mesure par le chemin que parcourt le point d'action multiplié par la résistance vaincue dans un temps donné. Ainsi, quand il s'agit d'élever des fardeaux, l'unité de travail mécanique a pour valeur l'élévation d'un kilogr. à la hauteur d'un mètre; dans le tirage de voitures, l'unité de travail mécanique sera l'effort d'un kilogr. répété le long du chemin d'un mètre décrit par le point d'application et dans le sens de l'effort; mais le travail mécanique est loin de représenter toujours la totalité de l'activité développée par le moteur. Ainsi, quand le poids est appliqué directement sur le moteur, comme dans le cas des portefaix et des chevaux de bât, le moteur peut rester en repos, le travail mécanique être nul, et cependant l'effort être considérable, puisque le mo-

teur aura à soutenir l'effet de la pesanteur sur le fardeau. Il faut donc ne jamais perdre de vue ces notions pour chercher toujours à rapprocher le plus possible l'effet utile de celui qui se perd.

On peut toujours ramener à une même unité les forces employées pour produire les différentes natures de travail mécanique, en les rapportant à celui de tous qui est le plus simple et le plus uniforme, l'action d'élever un poids. Ainsi l'on obtiendrait la mesure de l'effort exercé par le moteur qui tire un fardeau en substituant à ce fardeau le plateau d'une balance que l'on chargerait de poids jusqu'à ce que l'on obtînt l'équilibre entre le poids et l'effort, et d'une manière plus simple en interposant entre la puissance et la résistance un ressort dont le degré de tension représenterait le poids nécessaire pour établir l'équilibre entre ces deux forces. Ayant obtenu ainsi la mesure en kilogrammes de l'effort employé, si on la multipliait par le chemin parcouru par le point d'attache dans un temps donné, on aurait la valeur du travail mécanique correspondant dont l'unité se nomme *kilogrammètre* (km.) ou un kilogramme élevé à la hauteur d'un mètre. Ainsi, soit l'effort indiqué de 75 kilogr. et la distance parcourue pendant une seconde d'un mètre, nous aurions $75 \times 1 = 75^{km}$; travail mécanique qui, s'il est effectué dans chaque seconde, revient à ce que l'on appelle dans la pratique *cheval-vapeur* (environ trois chevaux de trait).

Il est très important, dans les applications, de pouvoir mesurer le travail mécanique et l'effort nécessaire pour le produire. Mais le travail agricole est loin d'être produit par un effort uniforme ou qui reste le même à tous les instants de sa durée. Pour arriver à une appréciation utile, il faut connaître le maximum d'effort, la moyenne des efforts et leur durée. En effet, supposons que nous voulions juger du moteur à employer pour opérer un labour. Nous rencontrons dans la terre des résistances variables; elle contient des couches de ténacité inégale; on y rencontre des pierres et des racines qui pré-

sentent tout à coup des résistances très fortes; il peut arriver ensuite que l'on passe à des couches meubles, à des parties de terrain sans obstacle. Pour faire le choix du moteur à employer, il nous faudra donc connaître le *maximum* de l'effort à exercer, car il serait possible que l'effort moyen fût peu considérable et que, faute de posséder le *maximum* nécessaire pour vaincre les obstacles, le travail devînt impossible; il nous faut aussi connaître l'effort moyen, car c'est lui qui, à la longue, fixe la valeur du travail mécanique à dépenser.

Buffon, qui avait fait des recherches sur les forces de l'homme, avait senti le besoin d'un instrument propre à les mesurer. C'est lui qui indiqua à Régnier les moyens de l'exécuter en se servant de la résistance du ressort. Le dynamomètre de Régnier a été longtemps le seul employé; mais il n'indique que le moment précis où l'on observe, et quand les résistances sont très variables, la rapidité des variations rend le résultat faux.

M. Amédée Durand a construit sur le même principe du ressort un dynamomètre qui donne la valeur moyenne en maximum d'un travail mécanique. La simplicité de cet instrument le rend très propre aux opérations de l'agriculture. C'est par son moyen qu'ont été obtenus la plupart des résultats consignés dans cet ouvrage. M. de Valcourt donne, dans son ouvrage, la description d'un dynamomètre simple et exact que M. Poncelet avait proposé en 1831, et qui a été exécuté et employé dans des essais faits à Grignon.

Le dynamomètre de M. A. Morin, qui note à chaque instant la marche des variations de l'effort et trace une courbe qui les représente, est un instrument d'une grande précision qui lui a servi à ses belles expériences sur le tirage des voitures; malheureusement son prix élevé ne permet pas d'en répandre l'usage et le réserve pour des expériences spéciales faites dans le but d'éclairer la science plutôt que la pratique.

PREMIÈRE PARTIE.

DES FORCES MOTRICES.

Les moteurs employés en agriculture peuvent être divisés en moteurs animés et en moteurs inanimés. Les derniers sont le vent, l'eau courante et la vapeur, et nous allons d'abord nous en occuper.

CHAPITRE Ier.

Travail du vent.

Les arts industriels ne se servent du vent qu'en l'absence de toute autre force, et dans un nombre de cas très restreint, l'agriculture ne s'est approprié la force du vent d'une manière à peu près générale que pour les desséchements, plus rarement pour les irrigations, et enfin elle le fait servir à séparer les parties légères des parties lourdes des récoltes, opération qui prend le nom de *vannage* des grains.

Quelle est la cause de ce dédain pour une force naturelle, gratuite, très considérable, mise à la disposition de l'homme avec une étendue et une généralité qui sembleraient en recommander l'emploi? Cette cause n'est autre que l'irrégularité du vent : irrégularité dans le temps de sa production, irrégularité dans sa force, irrégularité dans sa direction. Ainsi tantôt le vent souffle pendant longtemps et pendant des saisons où le travail serait le moins nécessaire; il s'arrête et l'atmosphère

devient calme pendant de longues périodes où son secours serait le plus utile; puis, pendant sa durée, sa force impulsive est tantôt excessive, tantôt trop faible, souvent inégale dans des temps égaux; enfin le vent change insensiblement et subitement de direction, ce qui oblige à une attention soutenue pour l'orientation des machines ou à des complications de mécanisme qui diminuent leur solidité ou leur effet. Le vent est donc un moteur capricieux qui ne peut s'adapter aux travaux qui exigent de la régularité. Quand les bras des hommes doivent concourir avec son action, on ne peut l'employer, car les ouvriers auxiliaires resteraient souvent inoccupés. Cet inconvénient se fait sentir dans les opérations de la moisson de la région des oliviers, où l'on compte sur le vent pour nettoyer les grains qui viennent d'être dépiqués et où un grand nombre d'ouvriers oisifs attendent souvent des semaines entières que le vent vienne les aider à séparer la paille du grain. Ce moteur, qui est le plus économique s'il arrive à propos, devient bien coûteux quand il se fait attendre. Il faut aussi renoncer à son secours pour les travaux qui doivent être accomplis à des époques fixes : ainsi l'on s'expose à voir les prairies desséchées par les ardeurs de la canicule quand on compte sur le vent pour élever l'eau destinée à l'irrigation. Malgré les inconvénients que nous venons d'énumérer, nous pensons qu'on n'en fait pas assez d'usage et qu'on n'a pas tenté assez d'efforts pour vaincre ces obstacles et s'emparer d'une force aussi généralement répandue.

SECTION Ire. — *Force du vent.*

Nous avons vu, dans la Météorologie[1], les moyens d'observer la vitesse du vent. On pourrait aussi observer la force du vent en lui opposant une plaque pressant sur un ressort, comme

(1) T. II, p. 179.

dans l'anémomètre de Régnier, employé à l'observatoire de Bruxelles, où un mécanisme d'horlogerie met en mouvement un papier sur lequel se trace la courbe des variations de la force du vent.

On démontre, dans la Mécanique [1], que la résistance que les corps en mouvement dans un fluide éprouveraient de sa part, ou qu'un corps en repos éprouverait de la part d'un fluide en mouvement, est égale à la densité de ce fluide P, multipliée par la surface A du corps et par le carré de la vitesse V^2; et enfin par un coefficient K, qui dépend de la forme du corps, de sa grandeur, des frottements, de la différence de pression du fluide sur les deux faces du corps et sur les bords, pression causée par la direction des courants qui forment en avant de lui un vide, etc. Nous aurons donc la résistance $R = KPAV$ pour l'expression de la résistance. Si ce fluide est de l'air, la température étant à 12° et la pression barométrique à 75°, $P = 0{,}06253$. D'après un grand nombre d'expériences de MM. Thibault, Dubuat, Duchemin, Piobert, etc., M. Poncelet s'est arrêté, dans le cas de l'air en mouvement, à la valeur de $K = 1{,}85$ [2]; ce qui réduit sa formule à celle-ci : $R = 0{,}11568\ AV^2$

Nous avons une série d'expériences, dont on ne s'est peut-être pas assez occupé, sur la force déployée par le vent contre une plaque en repos : c'est celle de Rouse que Smeaton dit avoir été faite avec beaucoup de soin et d'après un nombre considérable de faits et d'expériences, et qu'il juge digne de la confiance de ses lecteurs [3], en avertissant cependant qu'elle ne la mérite pas au même degré au-dessus d'une vitesse de vent de $22^m{,}36$ par seconde qu'au-dessous.

(1) Poncelet, *Introduction*, § 381, 431.
(2) *Ibid.*, § 407.
(3) *Recherches expérimentales sur l'eau et le vent*, p. 61.

EXPÉRIENCES DE ROUSE

sur une surface de 0^{mq},0929 (1 pied carré anglais).

VITESSE du vent.	EFFORTS observés.	EFFORTS calculés sur la formule avec coefficient.	COEFFICIENT donné par l'expérience.	VALEUR de K dans les expériences.
mètres.	kil	kil		
0,121	0,0014	0,0016	0,100	1,59
0,893	0,0090	0,0085	0,122	1,95
1,341	0,0109	0,0193	0,119	1,90
1,789	0,0210	0,0344	0,123	1,97
2,234	0,0557	0,0536	0,120	1,92
4,471	0,2229	0,2148	0,120	1,92
6,706	0,5015	0,4834	0,119	1,90
8,868	0,8915	0,8453	0,116	1,85
11,08	0,9295	1,320	0,081	1,30
13,30	1,339	1,902	0,082	1,31
15,52	1,822	2,589	0,081	1,30
17,74	2,380	3,156	0,081	1,30
19,95	3,012	4,279	0,082	1,31
22,17	3,718	5,284	0,081	1,30
26,82	8,033	7,731	0,120	1,92
35,77	14,264	13,750	0,120	1,92
45,34	22,288	23,780	0,108	1,72

L'examen de ces observations nous montre que les résistances diverses qui sont en raison inverse de la valeur de K sont très peu considérables pour les vents légers, qu'elles augmentent subitement dans les vitesses moyennes de 11 à 22 mètres, puis qu'elles diminuent de nouveau dans les grandes vitesses.

M. Thibault[1] a fait deux séries d'expériences sur la force d'impulsion directe du vent contre une surface de 0^{m},1089 en repos. Il a obtenu le résultat moyen suivant :

Vitesse du vent.	Effort obtenu.	Effort calculé avec le coefficient 0,11568.	Coefficient donné par l'expérience.	Valeur de K.
	K.			
4,655	0,29137	0,23598	0,124	1,98

(1) *Recherches expérimentales sur la résistance de l'air.* Brest, 1826, 1 vol. in-4, p. 79 et suiv.

La valeur de K ne diffère pas beaucoup de celle trouvée par Rouse. Il est fâcheux que l'auteur n'ait pas pu observer une série plus variée de vitesse de l'air, qui aurait pu servir à vérifier la décroissance singulière qu'éprouve la valeur de K dans les vents de 11 à 22 mètres de vitesse. Dans les expériences de Rouse, cette décroissance peut tenir d'ailleurs à des accidents particuliers aux expériences de ce dernier; tels seraient, par exemple, des vents soufflant par rafales, La figure que prennent les ondes à la proue et à la poupe de l'obstacle, en rapport avec sa forme, sa grandeur et la continuité d'impulsion du vent, doivent certainement avoir une grande part dans les résultats. Les expériences faites sur le vent lui-même ne peuvent être d'une grande précision, à cause de l'inconstance de sa vitesse; on ne peut obtenir de résultats vraiment comparables qu'au moyen du mouvement circulaire d'un corps attaché à un volant et se mouvant dans l'air en repos.

On emploie très peu le vent contre un corps qui résiste dans la direction qui lui est opposée; aussi la formule qui exprime son effort direct ne pourrait guère avoir d'usage que pour calculer la forme que l'on doit donner aux constructions rurales, ou l'excédant du travail imposé aux hommes et aux animaux qui marchent contre le vent. Dans ce dernier cas, par exemple, nous trouverions qu'une voiture de foin, marchant avec une vitesse de 2 mètres par seconde, présentant une surface de 3 mètres carrés à un vent de 20 mètres de vitesse, exigerait de la part du cheval qui la traînerait sur une route unie un surcroît de résistance exprimé par $0{,}082 \times 3 \times 484 = 119^k{,}064$. Si cette voiture chargée de foin pesait 1800_k avec son chargement, nous verrions qu'elle exigerait en temps calme une force de tirage de $57^k{,}6$. Ainsi l'effort exigé du cheval serait doublé par la circonstance de l'existence d'un pareil vent.

Le principal emploi que l'on fait du vent consiste dans son

application aux moulins à vent tournant dans un plan perpendiculaire à sa direction ; nous nous bornerons ici à rechercher l'effort que le vent exerce sur elles et l'effet mécanique que l'on peut en attendre.

Les moulins de Lille, qui ont été le sujet de ces expériences de Coulomb, ont $12^{m},344$ de surface. Cinquante moulins examinés produisirent à peu près la même quantité de travail, quoiqu'il y eût des différences dans la disposition des mécanismes, ce qui prouvait qu'on était arrivé à un mode de construction qui donnait le maximum d'efforts. On sait que le travail de ces moulins ne consiste absolument qu'à élever des pilons pour écraser des graines oléagineuses; que la transmission du mouvement se fait au moyen de deux roues dentées transmettant le mouvement à une autre garnie de dents qui soulève les pilons, et que par cette simplicité de construction on est parvenu à employer les $\frac{80}{100}$ de la force transmise par l'extrémité des ailes. Les expériences de Coulomb nous semblent donc parfaitement propres à vérifier l'exactitude des formules. Il a mesuré le travail effectué avec différentes vitesses, savoir : $2^{m},274$, $4^{m},00$, $6^{m},749$ et $9^{m},095$; mais arrivés à cette dernière vitesse, les moulins ne marchent plus sans diminuer la surface de leurs ailes. On retranche $1^{m},749$ de la largeur des voiles à l'extrémité de chaque aile, et celles-ci se trouvent alors réduites à une surface de $16^{m},4$. Les pilons étaient soulevés deux fois par chaque tour d'ailes à $0^{m},487$ de hauteur, ou en totalité à $0^{m},974$. Le tableau qui va suivre contient le détail des expériences.

Quoique la pression sur les ailes en mouvement ne puisse pas être mesurée comme pour les corps en repos, nous avons voulu comparer ces effets qui semblent d'abord si différents et essayer les résultats que l'on obtiendrait de l'application de la formule de M. Poncelet aux résultats de Coulomb. C'est

ce que nous avons fait au moyen des trois dernières colonnes du tableau suivant :

	VITESSE du vent par seconde.	NOMBRE de tours d'ailes par seconde.	POIDS à soulever.	HAUTEUR où ils sont soulevés par seconde.	TRAVAIL mécaniq	SURFACE des voiles	TRAVAIL par mèt. carré	FORMULE de Poncelet.
	met.	met.	kil.		km.	mq.		
1	2,274	0,050	49,9	0,487	24,30	80,80	0,30	0,48
2	4,000	0,125	186,0	0,487	90,58	80,80	1,12	1,86
3	6,466	0,217	1189,7	0,487	579,38	80,80	7,17	4,91
4	9,095	0,291	1597,6	0,487	778,03	65,60	11,86	9,32

Si nous cherchons les coefficients K, qui dans ces expériences auraient été applicables à cette formule, nous trouvons :

	Valeur de K.
N° 1	0,06
N° 2	0,07
N° 3	0,17
N° 4	0,14

L'on voit ici le coefficient de la formule augmenter jusqu'à une vitesse de 9 mètres par seconde, après quoi il semble prendre une marche descendante. Dans l'intervalle de 4 à 6 mètres de vitesse, le coefficient paraît se rapprocher de celui de M. Poncelet, pour indiquer la force du vent contre un obstacle direct. Il semblerait donc que les moulins à vent non-seulement utiliseraient toute la force que le vent déploie, mais de plus une force qui est perdue dans le cas de l'obstacle direct et immobile. Cette déperdition ne peut s'expliquer que par l'appel fait au vent, en raison de la fuite rapide qui a lieu entre les ailes. Nous pensons qu'alors les remous de la proue et de la poupe (d'avant et d'arrière) prennent des figures moins dispersives que quand elles rencontrent un obstacle direct et immobile. Nous nous arrêterons là pour ne pas entrer dans le champ des hypothèses. Il n'en est pas moins très curieux de voir que pour calculer la force agissant contre les ailes d'un moulin à vent,

on puisse se servir de la formule de M. Poncelet, destinée à représenter l'action du vent sur un corps en repos, et en obtenir pour résultat une quantité *minimum* qui sera dépassée dans la pratique, mais qui suit approximativement les mêmes lois.

SECTION II. — *Travail à utiliser, prix du travail du vent.*

Il ne faut pas de grandes recherches pour juger si le vent est assez constant dans un pays pour qu'on puisse s'en servir comme moteur; chacun peut s'en rendre compte d'après ses propres sensations; mais nous avons vu des entreprises pareilles complétement entravées faute d'avoir approfondi sérieusement la distribution des vents dans les différents mois de l'année. Ainsi pour les machines hydrauliques destinées aux irrigations, si les mois les plus secs sont ceux où le vent cesse d'agir avec une puissance suffisante, on pourra être exposé à manquer le but que l'on s'était proposé, celui d'entretenir l'humidité de la terre pendant cette époque critique de l'année; si les séries de jours venteux présentent entre elles de trop longs intervalles de calme, il pourra en être de même, et les plantes recevront une atteinte mortelle avant le retour des vents qui pourraient leur procurer l'eau nécessaire à leur existence. C'est donc la météorologie qu'il faut d'abord consulter avant de faire de grandes entreprises de ce genre, et si les inconvénients signalés se présentent, le vent ne sera plus seulement cette force presque gratuite qui ne coûte que l'établissement des machines, mais il faudra joindre à cette dépense celle de réservoirs propres à emmagasiner les produits des temps venteux pour les temps calmes, et augmenter la force des machines qui devront opérer dans ces intervalles limités de temps ce qu'elles ne peuvent plus opérer par un travail continu. Nous traiterons de ces circonstances dans la dernière partie de ce traité, mais en attendant nous avons cru devoir avertir nos lecteurs et leur dire

qu'une des causes principales qui a fait abandonner des machines déjà en activité et qui a éloigné les agriculteurs de l'usage de machines mues par le vent, c'est le fâcheux exemple de revers dus entièrement à l'oubli de ces importantes considérations. Mais aussi dans les lieux où les précautions indiquées sont nécessaires, l'emploi du vent devient quelquefois une force très coûteuse, et d'autant plus que l'on opère sur une petite échelle, les frais des réservoirs étant en raison inverse de leur étendue.

CHAPITRE II.

Travail de l'eau courante.

Les eaux courantes ont aussi leurs irrégularités dépendant des variations des saisons et des températures. Quand on veut s'en servir comme force destinée à mettre des machines en mouvement, on ne peut donc pas se borner à connaître leur débit à un moment donné, il faut les suivre dans le cours de l'année et à l'époque de leur étiage; les jauger le jour et la nuit quand le cours d'eau n'est pas très considérable, car l'évaporation du jour diminue souvent d'une quantité assez forte le volume d'eau des ruisseaux, surtout si leur cours est long et embarrassé de plantes qui transpirent beaucoup.

Cette force, mise à portée des cultivateurs, peut être pliée à tant d'usages importants, peut faciliter tant de travaux que l'on s'étonne quelquefois de l'aveuglement de ceux qui la laissent s'échapper sans lui demander les services qu'elle est susceptible de rendre; car sans parler des irrigations qui, en doublant le produit des champs, représentent le produit d'un grand nombre de journées de travail, les eaux courantes battent et vannent les grains, dépouillent le riz et le maïs de leurs enveloppes, hachent la paille, les fourrages, les racines,

pulvérisent la marne et le plâtre, scient le bois, etc., montent l'eau à un niveau supérieur à celui du cours d'eau, et font tous ces travaux à l'aide de machines qui n'exigent que leurs frais de construction et d'installation, avec le secours d'un petit nombre de servants pris dans la classe des femmes et des enfants, dont le temps est le moins précieux.

SECTION Ire. — *Travail disponible des cours d'eau.*

La force d'un cours d'eau dépend de son volume et de sa hauteur de chute; pour l'apprécier, il faut donc commencer par avoir une connaissance exacte de ces deux éléments.

Quand on veut mesurer le volume de l'eau, opération qui prend le nom de *jaugeage*, il peut se présenter plusieurs cas : 1° le volume d'eau est très petit et ne peut servir qu'à l'entretien d'une fontaine; 2° le volume d'eau, pouvant être employé comme force, s'écoule par un orifice; 3° l'eau s'écoule au-dessus d'un déversoir; 4° s'écoule par un canal d'un régime uniforme.

Dans le cas où il ne s'agit que d'un très petit volume d'eau, on en barre le cours et on la fait couler au-dessus d'un déversoir; alors le jaugeage rentre dans le troisième cas. Les anciens fontainiers procédaient d'une autre manière; ils pratiquaient plusieurs trous circulaires d'un pouce ($0^{m},027$) de diamètre dans la planche qui formait le barrage; ces trous étant fermés par des bouchons, ils en ouvraient un nombre suffisant pour que l'eau restât à un niveau constant d'une ligne ($2^{mill.},256$) au-dessus du sommet des orifices, et ils recevaient l'eau qui s'écoulait dans des vases mesurés. Le produit correspondant à l'ouverture d'un pouce coulant sous la charge d'une ligne était de $19195^{lit.},3$ en 24 heures; c'est ce que l'on appelait un pouce de fontainier. La ligne d'eau, étant la 144e partie du pouce, fournissait par conséquent $133^{lit.},33$ d'eau

par jour. Mais ce moyen manque d'exactitude, et l'on sait aujourd'hui que le produit de plusieurs de ces ouvertures n'est pas égal à celui d'une seule multiplié par le nombre des ouvertures.

§ Ier. — Jaugeage de l'eau s'écoulant par un orifice.

Il arrive très fréquemment que l'on ait à déterminer le volume de l'eau coulant par un orifice; c'est ce qui arrive quand on reçoit l'eau au-dessous d'une vanne mobile ou par une ouverture pratiquée dans une paroi, et c'est le mode le plus ordinaire de distribution pour les eaux des canaux d'irrigation.

Le débit des orifices étant égal à leur aire par la vitesse, on cherche d'abord la vitesse de l'écoulement, qui s'obtient en multipliant la hauteur de l'eau au-dessus du centre de l'orifice par 19,62 qui est le double de la vitesse acquise par un corps dans la première seconde de sa chute, et en prenant la racine carrée du produit. Ainsi nous trouvons, du milieu de l'orifice jusqu'à la surface supérieure de l'eau, une hauteur de $0^m,26$; la vitesse sera $\sqrt{0,26 \times 19,62} = 0^m,226$ par seconde.

Si la paroi à travers laquelle s'écoule le liquide a une épaisseur égale à une fois et demie au moins sa plus petite dimension, ou que l'orifice soit terminé par un tuyau ou ajoutage que l'eau remplit, la vitesse se trouve réduite, et il faut multiplier la valeur obtenue pour cette vitesse par 0,82 pour obtenir, dans ce cas, la vitesse théorique; ainsi, dans l'exemple cité plus haut, nous aurions $0,226 \times 8,82 = 0^m,18532$ par seconde.

Maintenant, connaissant la vitesse, si l'on veut connaître le débit du réservoir, il peut se présenter deux cas qui modifient cette expression de la vitese : 1° l'orifice débouche à l'air libre et son niveau est inférieur à celui du réservoir qui fournit l'eau; il y a charge alors au-dessus de l'orifice du côté de

l'arrivée de l'eau, qui d'ailleurs s'écoule librement à sa sortie; 2° l'orifice continuant à être surmonté par le niveau du réservoir du côté supérienr, sa sortie a lieu au-dessous du niveau de l'eau d'un réservoir inférieur; l'orifice est *noyé*.

1° Pour obtenir le débit théorique de l'orifice coulant à l'air libre, avec charge du côté supérieur, il faut chercher l'expression de la vitesse comme nous venons de l'indiquer, et la multiplier par l'aire de l'orifice. Soit la vitesse trouvée égale à 2 mètres par seconde, l'orifice ayant $0^{m},04$ de surface, nous aurons $Q = 0^{m'},4 \times 2^{m} = 0^{m},8$, ou $\frac{8}{10}$ de mètre cube par seconde.

2° Si l'orifice est noyé, on emploiera, dans l'expression de la vitesse, non plus la différence du niveau de l'orifice et du réservoir supérieur, mais celle du réservoir supérieur et du réservoir inférieur. Ayant trouvé la vitesse, on la multipliera par l'aire de l'orifice.

L'on se tromperait si, après avoir obtenu le débit théorique de l'orifice, on croyait avoir pour tous les cas le débit effectif. Des circonstances très diverses, qui ont été étudiées avec soin par MM. Poncelet et Lesbros[1], viennent modifier ce résultat; nous nous bornerons ici à indiquer les principales.

1° On sait qu'à la sortie d'un orifice la veine fluide se contracte quand les filets d'eau latéraux viennent heurter les filets d'eau directs. On dit que la contraction est complète quand l'orifice est placé de telle sorte qu'il est éloigné des bords et du fond du réservoir d'une longueur au moins égale à une fois et demie à deux fois sa plus petite dimension. Elle est incomplète si l'un des côtés de l'orifice se trouve sur le prolongement des parois du canal ou plus rapproché que la distance que nous venons d'indiquer.

2° Dans le cas où la contraction est complète et où il n'y a pas d'ajutage, la veine se détachant des parois extérieures,

(1) *Expériences hydrauliques sur les lois de l'écoulement de l'eau.*

on obtiendra le débit effectif en multipliant le débit théorique par un coefficient donné par les tables qui se trouvent dans les mémoires de MM. Poncelet et Lesbros [1], ou seulement, si l'on ne veut obtenir qu'un degré moins grand d'exactitude, par 0,62 qui est la moyenne de ces coefficients ; c'est environ les trois cinquièmes du débit théorique. Ainsi, dans l'exemple cité ci-dessus, si la contraction est complète, le débit de 0m,8 deviendra 0m,496.

3° Si la contraction n'est pas complète, il arrive qu'un, deux ou trois côtés de l'orifice se trouvent dans la direction des bords du canal ou réservoir supérieur, et alors la contraction n'a lieu que sur trois, deux ou un côté de l'orifice. D'après M. Bidone on obtiendra le coefficient exigé en multipliant le coefficient 0,62, ou le coefficient plus exact fourni par les tables, par :

1,125 si la contraction a lieu sur trois côtés.
1,072 si elle a lieu sur deux côtés.
1,035 si elle n'a lieu que sur un côté.

Ainsi, dans le cas cité plus haut, si la base et un des côtés de l'orifice se trouvaient sur le prolongement du canal supérieur, la contraction aurait lieu encore sur deux côtés, et en multipliant le coefficient 0,62 par 1,072, nous aurions le nouveau coefficient 0,66 qui, multiplié par 0m,8, nous donnerait 0m,528 pour le débit effectif.

Toutes ces règles sont applicables au débit de l'eau qui passe au-dessous des vannes d'une écluse; alors l'ouverture de la vanne n'est réellement qu'un orifice soumis aux règles que nous venons d'indiquer.

Il peut se présenter un grand nombre d'autres cas, mais ils ont plus de rapport aux circonstances industrielles qu'à celles où se trouvent les entreprises agricoles.

(1) *Voyez* aussi *Aide-mémoire de mécanique*, de M. Morin, p. 17 et 18.

§ II. — Jaugeage de l'eau s'écoulant sur un déversoir.

Pour jauger l'eau qui s'écoule sur un déversoir complétement isolé, il faut d'abord mesurer la hauteur de l'eau au-dessus du seuil ou bord sur lequel passe le liquide. Ce niveau doit être pris de la partie la plus basse du seuil jusqu'au point où l'eau ne s'est pas encore abaissée pour passer sur le déversoir, et à un mètre au moins du seuil. On cherche ensuite la vitesse qui correspond à cette hauteur, puis le produit théorique de cette vitesse par l'aire de l'orifice censé plein jusqu'au niveau de l'eau, que l'on multiplie par le coefficient 0,405, qui est une moyenne de ceux obtenus par MM. Poncelet et Lesbros, ou par les coefficients plus exacts qu'ils ont indiqués dans leurs ouvrages. Ainsi, soit ce déversoir large de 2 mètres, dont le seuil soit à $0^{m},1$ au-dessous de l'eau du canal d'arrivée, nous aurons pour la vitesse $V = \sqrt{0,1 \times 19,62} = 0,443$, et le débit $Q = 0,443 \times 0,1 \times 2 \times 0,405 = 0^{m},0359$ par seconde.

Quand on ne peut prendre facilement la différence de niveau entre le seuil et l'eau du réservoir ou canal supérieur, on l'obtient par approximation en mesurant l'épaisseur de la lame d'eau qui passe sur le déversoir, et en la multipliant par 1,178 quand la largeur du déversoir sera le $\frac{4}{5}$ de celle du réservoir, et par 1,25 quand elle sera égale à celle du réservoir. Ainsi, la lame d'eau étant de 0,06, la différence de niveau sera, dans le premier cas, de 0,0707, dans le second de 0,0750.

§ III. — Jaugeage des eaux dans un canal.

Quand l'eau que l'on veut jauger coule dans un canal qui, sur une certaine largeur, a une pente et une largeur à peu près

uniformes, on détermine la quantité d'eau qu'il débite par seconde en multipliant l'aire du profil du canal par la vitesse de l'eau ; on a $Q = A\ V$.

La vitesse moyenne de l'eau n'est pas celle que l'on observe au fond ou à la surface. Celle-ci est plus grande et la vitesse du fond est plus petite que la vitesse moyenne ; mais on a reconnu que la vitesse moyenne était à peu près les 0,80 de celle de la surface. On obtient donc la vitesse de la surface en jetant dans le plus fort du courant plusieurs flotteurs assez pesants pour qu'ils plongent presque entièrement dans l'eau et en observant le temps qu'ils mettent à parcourir un espace déterminé ; la moyenne de ces observations donne la vitesse à la surface. On peut aussi se servir d'un moulinet dont on a déterminé le rapport de la vitesse des ailettes avec celle du fluide. Ayant ainsi obtenu $0^{m},20$ pour la vitesse à la surface, la vitesse moyenne sera $0^{m},16$. On obtient la vitesse de fond en retranchant la vitesse de la surface du double de la vitesse moyenne.

On prendra ensuite la dimension du canal entre les points où a été mesurée la vitesse de l'eau. Il est rare que le fond en soit plat ; alors il y a lieu de prendre la figure de son fond au moyen de sondes ; l'on établit ensuite le profil du canal et l'on calcule son aire. Supposons que l'addition des différents triangles et trapèzes dont se compose le profil nous ait donné une aire de $1^{mq},50$, le débit sera, avec la vitesse que nous venons d'indiquer, $1^{mq},50 \times 0^{m},96 = 1^{mc},44$ par seconde.

Section II. — *Evaluation de la force motrice des cours d'eau.*

La force, le travail disponible d'un cours d'eau avec retenue est le produit du poids de l'eau écoulée par la hauteur de la chute. Le poids de l'eau étant au maximum de densité de 1000 kilogr. par mètre cube, appelant toujours Q le débit du cours d'eau par seconde et H la hauteur de la chute, nous aurons

$P = 1000\,QH^{km}$. Ce résultat exprime le nombre de kilogr. qui seraient élevés par la force à la hauteur d'un mètre par seconde.

Connaissant la vitesse, on peut toujours avoir la hauteur de la chute en divisant le carré de la vitesse par 19,62. Ainsi, voulant déterminer la force naturelle d'un cours d'eau sans retenue, qui produit $3^m,392$ d'eau par seconde, avec une vitesse de $0^m,6$, nous avons pour la hauteur de la chute :

$$\frac{0,6^2}{19,62} = 0,018,$$

un peu moins de $0^m,2$ de chute, et la force P est exprimée par $1000 \times 3,392 \times 0,018 = 61^{km},056$ ou 61^k 056 élevés à la hauteur d'un mètre par seconde.

SECTION III. — *Prix du travail mécanique de l'eau.*

On est bien loin, même dans les pays les plus civilisés, d'avoir employé aux usages de l'homme toute la force que présentent les cours d'eau. Les rivières navigables ont en général trop peu de pente pour que l'on puisse obtenir beaucoup de force en dérivant leurs eaux; on se borne à placer quelques roues à aubes pendantes sur des bateaux, dans les parties de leur cours où il a le plus de vitesse. Les rivières non navigables sont en général couvertes de nombreuses usines et les chutes d'eau y ont acquis, près des centres de population, une valeur qui se rapproche beaucoup du degré d'utilité qu'on en retire; mais dès qu'on s'en éloigne on est étonné de voir l'aveuglement avec lequel on néglige une grande masse de forces qu'avec plus d'industrie on parviendrait à utiliser et qui ne coûterait que les frais d'acquisition des bords du ruisseau et ceux d'établissement des machines.

Sans doute les progrès de l'irrigation ne tarderont pas à donner une valeur à ces eaux aujourd'hui si dédaignées, mais

il y aura presque partout des moyens d'accorder l'intérêt des usines et celui de l'agriculture ; celle-ci absorbe les eaux, les fait disparaître ; l'industrie ne fait que s'en servir à son passage. Il s'ensuivrait que dans une distribution rationnelle des eaux faite pour ces deux emplois, l'industrie devrait occuper la partie haute du cours, et que l'agriculture devrait s'en saisir quand, après ses grandes chutes, elle conserverait encore le niveau suffisant pour l'irigation des plaines. En général, une assez faible différence de niveau permet encore cette application. On pourrait donc dire en général que pour l'industrie la valeur de l'eau étant sa masse multipliée par sa hauteur de chute, elle consiste principalement dans sa masse pour l'agriculture. Si donc nous admettions que la force d'un cheval (75^{km} par secondes) a pour l'industrie une valeur d'utilité de 2 fr., voici les prix que pourrait en donner l'agriculture :

L'irrigation pourrait payer 30 à 40 fr. les $10{,}000^{mc}$., ou $0^f{,}0035$ le mètre cube. Si les 75^{km} résultant de 6^m de hauteur de chute et de $0^{mc}{,}012$ d'eau, qui font en 6 mois 182160^{mc} valent. . 637f

Si les 75^{km} résultant de 3^m de hauteur de chute et de $0^{mc}{,}024$, qui font en 6 mois 364320^{mc} valent. 1,274f

Si les 75^{km} résultant de 1^m de hauteur de chute et de $0^{mc}{,}072$, qui font en 6 mois 1032960^{mc} valent. 2,196f

Pour l'industrie, un cheval-vapeur vaudra toujours, pour 365 jours, la somme de. 730f

A mesure que la masse augmente, l'agriculture, quand elle peut utiliser l'eau, la paie toujours dans une plus forte proportion, tandis que l'industrie exige la combinaison de la masse et de la hauteur de chute. Voilà dans quelles limites l'agriculture et l'industrie pourront lutter ensemble dans l'acquisition de l'eau.

Quand le cultivateur voudra se servir de l'eau comme moteur mécanique, il commencera par bien évaluer le travail mécanique dont il a besoin et celui qu'il peut mettre en action, puis les frais de construction et d'établissement de ses

machines, et il comparera l'utilité obtenue au prix qu'elle lui coûtera. Nous verrons que les frais seront toujours assez modiques pour que l'effet utile de l'eau procure des avantages importants dans la plupart des services exigés par l'agriculture; mais il ne faut pas perdre de vue que, selon les données différentes, l'usage de l'eau employée comme moteur peut présenter du bénéfice ou de la perte.

Ainsi, supposons que l'on ait à sa disposition un volume de $0^{mc},50$ d'eau sous une chute de $0^{m},204$; l'on dispose d'une force de $0^{mc},50 \times 1000 \times 0^{m},204 = 102^{km}$ par seconde, pouvant élever théoriquement par jour 866 mètres à la hauteur d'un mètre et arroser environ un hectare, ou en totalité, pour des prairies ayant besoin d'une irrigation tous les huit jours, huit hectares de terre; ainsi, au prix de 35 fr. par hectare, la machine aurait un effet valant 280 fr., et si l'eau devait être élevée à 2 mètres, 140 fr. seulement.

Si, au contraire, le volume d'eau restant le même, la vitesse était de 4 mètres, la hauteur de chute serait de $0^{m},816$; la force dont on disposerait serait de 408^{km}, et par jour de $35,251^{km}$ pouvant arroser au moins 4 hectares, et tous les huit jours 32 hectares qui, au prix de 35 fr., auraient une valeur de 1120 fr.

Cet exemple manque sans doute d'exactitude, parce que les machines ne donneraient pas le produit théorique que nous avons indiqué; il y aurait une perte de force par les frottements, etc., qui irait peut-être à moitié. Nous nous en occuperons plus tard, mais nous n'avions pour but ici que de montrer comment les calculs étaient modifiés par la diversité des circonstances.

CHAPITRE III.

De la vapeur.

Quand on a à faire sur place un travail considérable et constant, comme celui d'élever de grandes masses d'eau ; que l'on habite un pays à vents irréguliers et où manquent les cours d'eau dans des conditions favorables ; qu'enfin le prix des forces animales ne permet pas de s'en servir, on a la ressource de celle que produit la vapeur. Quelque rares que soient ces circonstances, nous pensons qu'avec les progrès de l'agriculture et à mesure qu'on comprendra mieux les avantages de l'irrigation, les occasions de faire usage de la vapeur se présenteront plus fréquemment, et qu'il ne sera pas inutile de trouver ici les éléments des calculs que nécessitera son emploi.

SECTION Ire. — *Evaluation du travail de la vapeur.*

Nous ne nous attacherons pas ici à retracer les principes de physique qui déterminent la densité de la vapeur et son mode d'action, nous nous renfermerons dans les seules notions pratiques. La source de la force produite par la vapeur est le calorique, et celui-ci est développé par le combustible en ignition; c'est donc la quantité de chaleur émise par le combustible qu'il faut d'abord étudier pour arriver à une évaluation de la force de la vapeur.

En désignant par le mot de *calorie* la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré la température d'un kilogr. d'eau, les plus récentes expériences ont prouvé que chaque

kilogramme de combustible développait la quantité de calories indiqués dans ce tableau :

Charbon de bois sec et distillé.	7050
Charbon de bois ordinaire contenant 0,20 d'eau.	6000
Coke pur.	7050
Houille 1re qualité avec 0.20 d'eau.	7050
— 2e qualité donnant 0,10 de cendres.. . .	6345
— 3e qualité donnant 0,20 de cendres.. . .	5932
Bois séché au feu contenant 0,52 de charbon . . .	3666
Bois séché à l'air contenant 0,20 d'eau	2945
Tourbe ordinaire..	1500

Les meilleurs foyers n'utilisent guère que 0,55 à 0,64 de la chaleur développée par le combustible, en moyenne 0,60.

On calcule le poids de combustible qu'il faut brûler pour transformer 1 kilogr. d'eau à une certaine température t, en vapeur à une température t', en ajoutant 550 à la différence des deux températures exprimées en degrés centigrades, et en divisant le produit par la quantité de calories que l'on peut obtenir du combustible employé. Nous voulons avoir, par exemple, de la vapeur à 130° avec de l'eau à 20°, en employant de la houille de deuxième qualité ; nous aurons

$$\frac{130^\circ - 20 + 550}{6345 \times 0,60} = 0,166.$$

Chaque kilogr. de vapeur à 130° sera produit par 0,166 de cette houille.

Dans l'état actuel de la construction des machines à vapeur, on peut se servir pour l'usage de l'agriculture de deux espèces de machines; celles à basse et à haute pression à détente et à condensation.

Dans les machines à basse pression, le travail produit par 1 kil. de charbon est donné par cette formule :

$$T = 100{,}000^{km} K \left(1 - \frac{p'}{p}\right)$$

dans laquelle p représente la pression exercée par la vapeur.

à la température qu'elle acquiert dans la chaudière, et qui pour ces machines s'élève à 110°; p' la pression exercée par la vapeur dans le condensateur, dont la température est à peu près celle de l'eau d'alimentation, et k un coefficient relatif à la force et à l'état d'entretien de la machine, et qui est donné par le tableau suivant :

Force des machines estimées en chevaux-vapeur.	Valeur de K dans les machines	
	en très bon état.	en état ordinaire d'entretien.
de 4 à 8	0,50	0,42
de 10 à 20	0,56	0,47

La valeur de p et p', ou la pression de la vapeur sur un centimètre carré, exprimée en kilogr., résulte du beau travail de MM. Arago et Dulong qui nous en ont donné une table, d'où nous extrayons celle-ci :

Température.	Pression.	Température.	Pression.
0°	0,0069	70°	0,3112
5	0,0094	75	0,3963
10	0,0129	80	0,4783
15	0,0170	85	0,5865
20	0,0235	90	0,7136
25	0,0314	95	0,8617
30	0,0418	100	1,0330
35	0,0549	112,2	1,5490
40	0,0720	121,4	2,0660
45	0,0934	128,8	2,5820
50	0,1205	135,1	3,0990
55	0,1514	140,6	3,6150
60	0,1965	145,4	4,1320
65	0,2482		

Ainsi, en supposant une machine de la force de cinq chevaux en très bon état d'entretien, la température de la chaudière étant de 107°, la valeur de p sera, d'après la table, $1^{k},291$; la température du condensateur étant de 35°, la valeur de p' sera de $0^{k},055$. Nous aurons :

$$T = 0,50 \times 100,000 \left(1 - \frac{0,055}{0,291}\right) = 47871^{km}.$$

Dans les machines à haute pression on trouvera le travail d'un kilogramme de charbon par cette formule :

$$T = 100{,}000^{km}\ K\left(1 + 2{,}303 \log. \frac{p}{p_{,}} - \frac{p'}{p_{,}}\right)$$

Dans laquelle p représente toujours la pression dans la chaudière,
p' la pression dans le condensateur,
$p_{,}$ la pression de la vapeur après la détente,
K un coefficient relatif à la force de la machine et à son état d'entretien.

La valeur de K est donnée par la table suivante :

Force des machines estimées en chevaux-vapeur.	Valeur de K dans les machines en très bon état.	Valeur de K dans les machines en état ordinaire.
de 4 à 8	0,33	0,30
de 10 à 20	0,42	0,35
de 20 à 40	0,50	0,42

La pression p est toujours relative à la température de la vapeur, et p' à celle de l'eau d'alimentation; on peut sans trop d'écart estimer pour certaines machines à $0^{k},90$ la valeur de $p_{,}$, c'est-à-dire l'évaluer à un dixième au-dessous de la pression d'une atmosphère.

Ainsi, en supposant une machine de 5 chevaux en bon état d'entretien, la pression de la vapeur dans la chaudière étant de 2 atmosphères, nous aurons : $p = 2{,}066$, $p' = 0{,}055$, $p_{,} = 0{,}90$, $K = 0{,}33$, et par suite :

$$T = 100000 \times 0{,}33\left(1 + 2{,}303 \times \log. \frac{2{,}066}{0{,}90} - \frac{0{,}055}{0{,}90}\right)$$

ou $T = 100000 \times 0{,}33\,(1 + 2{,}303 \times \log.\,2{,}3 - 0{,}061) = 76593$ km.[1]

Section II. — *Prix du travail de la vapeur.*

D'après ce que nous venons de dire, on conçoit que la force que l'on peut attendre de l'emploi de la vapeur dépend en grande partie du prix auquel on peut obtenir le charbon ; mais

(1) Morin, *Aide-mémoire de mécanique pratique*, p. 231 et suiv.

elle dépend aussi de la nature de la machine employée, des frais d'établissement, et surtout de ceux d'entretien et de conduite de cette machine.

La houille étant à 2 fr. les 100 kilogr., son prix ne représente, pour une machine de cinq chevaux travaillant à la pression de deux atmosphères, qu'environ le tiers de la dépense. Ainsi, dans le cas que nous venons d'analyser, 7659,300^{km} reviendraient à 6 fr., et les 1000^{km} ou le mètre cube d'eau élevé à 1 mètre par seconde, à 0^{f},00078. Mais il faudrait supposer que toute la force donnée par la vapeur est transmise à la machine qui fait le travail sans aucune déperdition. Nous savons que la quantité de travail utilisé est loin d'arriver à ce chiffre; que, par exemple, la machine à épuisement de Newcomnen ne donne que 21000^{km} d'effet utile par kilogr. de charbon, et les meilleures machines 38 à 39000^{km} seulement; et alors le prix du mètre cube d'eau élevée à 1 mètre seulement serait de 0^{f},0029. Nous avons vu que dans de bonnes conditions on obtient le mètre cube d'eau des canaux à 0^{f},0005, et dans les moins bonnes à 0,0014[1]. Ce seul aperçu doit faire apprécier l'avantage que l'on trouvera à se servir toujours des moteurs gratuits. La préférence accordée aux machines à vapeur par des industries qui pourraient disposer du vent ou de cours d'eau provient surtout de l'irrégularité de l'un et de l'autre de ces moteurs qui s'affaiblissent et manquent à certaines époques de l'année, et à ce que dans ces industries la force motrice n'est qu'une faible partie de la dépense; elles préfèrent avoir une force constante comme la vapeur, qui leur permette de travailler toute l'année sans chômage et sans ralentissement, pour pouvoir livrer à des époques fixes les objets de la fabrication. En agriculture, le manque de cours d'eau en été, l'irrégularité du vent, les frais qu'exigeraient la construction de réservoirs dans les pays tout

(1) T. I, 2e édition, p. 458.

à fait plats, peuvent aussi influer sur le choix que l'on aura à faire et déterminer ce choix pour la vapeur; mais cette préférence ne doit jamais être aveugle et ne peut être basée que sur des calculs dont nous achèverons de donner les éléments dans la troisième partie de ce cours.

CHAPITRE IV.

Des moteurs animés en général.

Parmi les moteurs inanimés dont nous venons de parcourir la série, l'eau n'agit que par l'effet de sa pesanteur; le vent n'est que de l'air qui cherche à rétablir son équilibre dérangé par l'inégalité d'échauffement de différentes parties de sa masse; ces deux moteurs obéissent à une action générale de la nature, qui en fait seule les frais. La vapeur est une production de l'homme. Il faut brûler une certaine quantité de charbon pour en produire la dose voulue; mais aussi la volonté humaine peut en étendre à son gré la production, en étudiant convenablement la grandeur et la force de ses machines et la dépense de combustible; ces machines peuvent agir constamment, avec le même degré d'intensité, pendant toute leur durée, qui n'est bornée que par la résistance des matériaux. Les forces animées ont encore d'autres exigences; non-seulement elles brûlent du carbone par la respiration, et cette combustion est la mesure de la chaleur vitale et de la force animale, comme de la force de la vapeur; il leur faut donc fournir des aliments carbonés, mais aussi les organes de la machine animée ne sont pas seulement usés par le frottement comme les garnitures en cuivre de la machine à vapeur; il se fait sans cesse chez eux des déplacements et des remplacements; aux éléments qui sont éliminés par les différentes voies, il faut

substituer de nouveaux éléments identiques, qui forment le sang et sont ensuite distribués aux organes par la circulation ; il faut donc aussi fournir à l'animal des aliments plastiques qui répondent à ce besoin. Ainsi les forces animées, outre l'aliment de la combustion qu'elles exigent comme la machine à vapeur, ont encore besoin de l'aliment journalier de réparation ; leur machine est toujours à reconstruire ou au moins à entretenir.

Cette différence n'est pas la seule. La machine à vapeur bien construite peut fonctionner d'une manière continue et sans interruption pendant toute la durée des matériaux qui la composent. Il n'en est pas ainsi des agents animés ; après un travail dont le plus ou moins de durée dépend de son intensité, arrive l'épuisement qui doit être suivi du repos, pendant lequel les organes acquièrent de nouveau la force nécessaire pour se remettre à l'ouvrage. Leur travail est donc nécessairement intermittent.

De plus, avec la vapeur on peut exiger d'une manière continue le maximum de travail dont elle est susceptible ; le moteur animé ne supporte pas longtemps la continuation de son maximum de travail, et la fatigue excessive qui lui est imposée ne tarde pas à l'épuiser, au point quelquefois de détruire en lui la vie ou au moins la possibilité de recommencer de pareils efforts. Chez lui, jusqu'à un certain point, la quantité de travail fait dans un temps donné est bien proportionnelle à la durée de ce travail ; mais aussi il y a un point passé lequel l'effort violent dure si peu que son intensité ne compense pas son peu de durée.

Le travail mécanique se mesurant pour le chemin parcouru par le point d'action multiplié par la résistance vaincue dans un temps donné, c'est-à-dire qu'appelant P l'effort moyen en kilogr. exercé dans la direction de la résistance, V la vitesse moyenne en mètres, et T le temps, nous aurons :

$Q = P \times V \times T$; nous aurons donc à considérer pour chacun des agents animés, 1° l'effort maximum dont il est susceptible; 2° sa vitesse quand il n'est soumis à aucun effort; 3° l'effort avec une vitesse donnée; 4° les conditions de vitesse et d'efforts que réalise le *maximum de travail;* 5° le prix auquel on obtient le travail, c'est-à-dire la somme d'aliments calorifiques et plastiques qu'exige l'entretien des forces animales. Mais nous débuterons toujours par rechercher les moyens par lesquels on peut se procurer les services de chacune de ces forces.

CHAPITRE V.

De l'homme.

SECTION Ire. — *Acquisition du travail de l'homme.*

La tension des muscles, l'effort, cause à l'être animé une peine qu'il ne renouvelle pas volontiers; les animaux en liberté ne prennent qu'un exercice modéré qui tend seulement à agiter leurs muscles et à faciliter les actions vitales, exercice accompagné de plaisir, mais ils renoncent bientôt à la lutte contre une force opposée. Ils s'abritent du vent, ils choisissent les routes obliques plutôt que la route droite et escarpée, ils évitent les obstacles. La dure loi de la nécessité, l'empire du besoin, et surtout de la faim, plus impérieux que la répugnance à l'action violente, ont seuls pu les contraindre au travail.

Linnée, le grand observateur, a donné toute l'histoire de l'homme dans ces quelques mots aphoristiques qui caractérisent, selon lui, ce roi de la création : *Homo habitat inter tropicos, vescitur palmis, hospitat extrà tropicos, sub novercante Cerere.* « L'habitation naturelle de l'homme est entre les tropiques, où il trouve une nourriture toute préparée dans les

fruits des palmiers ; hors des tropiques, il n'est qu'un hôte obligé d'arracher sa nourriture à sa marâtre Cérès. » Dès que l'accroissement de population l'a forcé à quitter ces lieux où la nature lui préparait une nourriture qu'il n'avait que la peine de cueillir, il a été obligé de poursuivre à grand'peine les animaux des forêts pour se nourrir de leur chair, puis de réduire certains d'entre eux à la domesticité et de veiller nuit et jour à leur conservation ; enfin, la population croissant toujours et l'espace manquant aux troupeaux, de travailler la terre pour lui faire produire les végétaux qui sans son labeur auraient été insuffisants pour sa nourriture. L'agriculture commence quand les pâturages se limitent entre les peuplades voisines, que la subsistance obtenue des troupeaux devient incertaine ou insuffisante ; alors on cultive annuellement les terres les plus riches et les mieux disposées, puis après les avoir épuisées on les abandonne au repos pour aller cultiver ailleurs ; les terres disponibles sont alors si étendues en comparaison des cultivateurs, que leur appropriation n'est que temporaire et que, la récolte enlevée, elles rentrent dans le domaine commun du pâturage.

Mais quand la population se presse davantage encore, quand il faut défricher le terrain à grands frais et d'une manière permanente, quand une masse considérable de travaux se trouvent capitalisés sur la terre, quand on l'a épierrée, enclose, desséchée pour assurer sa production prolongée, alors arrive nécessairement l'appropriation au profit de ceux qui ont entrepris ces travaux, au profit aussi des occupants habituels de certaines surfaces. Le terrain ainsi partagé, les nouveaux survenants ne peuvent plus obtenir leur subsistance qu'en aidant les propriétaires dans leur travail, et obtenant en retour une partie des fruits. Tels sont les moyens naturels et légitimes par lesquels la terre a été occupée et cultivée ; c'est ainsi que dans nos siècles civilisés on procède en Amérique.

Mais si la peuplade est assez forte pour vaincre et asservir ses voisins, elle les réduit à l'esclavage et les assujettit aux travaux de la culture; elle parvient à s'en affranchir elle-même. C'est ainsi qu'ont agi les peuples anciens dans un temps où dominait la violence. C'est malheureusement encore ainsi que l'esclavage se conserve dans quelques parties de l'ancien et du nouveau continent, violant les principes les plus sacrés de la religion et de la morale, constituant une société pleine de périls pour les maîtres, de souffrances pour les esclaves, donnant le travail le plus chèrement payé de tous. En effet, dans tous les modes d'acquisition du travail de l'ouvrier, la première condition est de pourvoir à sa nourriture, à son entretien et à son remplacement, c'est-à-dire à la nourriture de sa jeune famille. Les frais sont les mêmes dans tous les cas, mais la somme de travail obtenu est différente, car d'un côté on a du travail extorqué, de l'autre du travail concédé; celui obtenu par la violence est toujours en moindre quantité. Sous le climat le plus heureux, l'esclave, cultivant une plante qui contient $\frac{18}{100}$ de sucre, a de la peine à lutter contre l'ouvrier libre qui, dans un climat plus ingrat, cultive une autre plante qui n'en contient que $\frac{8}{100}$. A part l'intérêt de la morale et de l'humanité, la difficulté des transitions peut seule engager le propriétaire à persévérer dans l'emploi de ce moyen d'obtenir un travail si imparfait sous le rapport économique.

Le servage n'est qu'une modification de l'esclavage. Le serf donne au seigneur une partie de son temps, en échange d'une portion de terrain qu'il cultive pour son propre compte; il est assujetti à ne pouvoir quitter le domaine qu'il exploite, à ne pouvoir chercher des conditions meilleures que celles qui lui sont imposées. Ces conditions sont donc nécessairement les moins avantageuses qu'il soit possible d'accorder, quand les pouvoirs publics ne se sont pas entremis pour les dicter. Le serf ayant deux natures de travail à faire, l'une dont il utilise

le produit, l'autre au profit de son seigneur, on conçoit que cette dernière tâche est toujours mal faite; il suffit, pour s'en assurer, de savoir l'immense quantité de terrain qu'il faut posséder sous ce régime pour avoir un petit revenu.

Le travail de l'homme libre s'acquiert de deux manières: ou au moyen du salaire, ou au moyen de l'association du propriétaire et de l'ouvrier, ce qui constitue le métayage.

Le travail salarié se paie à journée, à l'année et à la tâche. Le travail à journée suppose la surveillance habituelle du propriétaire ou de ses agents pour s'assurer que le temps est bien et complétement employé. L'activité de l'ouvrier n'étant stimulée que par la crainte d'être renvoyé est en proportion de la concurrence qu'il redoute; mais dans tous les cas il déploie la moindre quantité de force qu'il lui est possible sans encourir de reproches. Ce minimum d'activité se régularise entre tous les ouvriers en proportion de la surveillance habituelle des maîtres, et finit par passer tellement en habitude qu'il est admis comme la règle.

Le travail à l'année est encore moins actif. Il y a un contrat qui rassure l'ouvrier contre une expulsion subite. Un homme qui a été longtemps valet de ferme devient incapable du travail exigé des ouvriers à journée. Ordinairement d'ailleurs leurs occupations sont d'un autre genre et bien moins pénibles. Le soin des animaux de la ferme, la conduite des charrues et des voitures ne peuvent se comparer au travail de la houe et de la bêche. Ce sont ordinairement les hommes dont la constitution est la moins robuste qui se soumettent à cet état de domesticité, de préférence à celui de journalier libre.

Le travail à la tâche où l'ouvrier vend une quantité déterminée d'ouvrage est celui où il déploie la plus grande force et où il met le plus de diligence. Aussi l'ouvrage promptement expédié est souvent imparfait, s'il n'est surveillé par un maître qui s'y connaisse bien. Ce mode d'acquisition du travail est

sans contredit le plus avantageux pour le maître et pour l'ouvrier robuste et intelligent; pour le maître qui obtient par une simple inspection faite en fin de l'ouvrage et sans surveillance continue l'accomplissement du travail convenu; pour l'ouvrier qui conserve ses habitudes d'activité et qui met à profit toutes ses forces, tandis qu'en travaillant à la journée il doit les ménager et se régler sur le travail paresseux des ouvriers de qualité inférieure, et par conséquent ne reçoit que le salaire de ces derniers. Dans le travail à la tâche, le salaire suit la proportion de la force et du courage; il rémunère l'homme selon ses œuvres et ne les confond pas tous dans une moyenne, où celui qui met le moins à la masse gagne autant que celui qui met beaucoup. Les hommes négligents et faibles préfèrent le travail à la journée où leurs défauts sont compensés par les qualités de leurs camarades. Or, les hommes d'élite étant toujours les moins nombreux, on doit peu s'étonner du déchaînement de la masse des ouvriers contre le travail à la tâche. Sans doute il est à regretter que ces inégalités entrent dans le plan de la Providence; il est juste de faire disparaître celles qui sont artificielles, mais quant à celles qui dérivent de la nature des choses, il est impossible de ne pas en tenir compte; il est impossible d'obliger l'homme fort à dissimuler, à sacrifier une partie de sa force pour se mettre au niveau du faible, le laborieux à se condamner à l'oisiveté pour ne pas dépasser le paresseux; et le chef d'industrie qui peut choisir n'ira pas préférer l'ouvrier qui lui donne le moins d'avantages.

Nous avons vu aussi des ouvriers de l'agriculture associer leurs bras pour s'offrir en commun à faire certains travaux; mais cette association n'avait lieu qu'entre des hommes vigoureux, capables d'exécuter rapidement et bien des tâches difficiles. Les hommes faibles en étaient exclus.

Le travail le plus énergique et le plus productif est celui que l'ouvrier fait pour son propre compte et sur son terrain, parce

que là il recueille tout le fruit de son labeur. Le prix que les ouvriers exigent pour les journées faites à côté du travailleur propriétaire, et en suivant son impulsion et accomplissant le même travail, est à celui des journées ordinaires comme 14:10; et ils ne s'engageraient pas à les continuer longtemps, ce qui prouve qu'elles dépassent généralement les forces qu'ils peuvent déployer sans s'épuiser. Ces propriétaires cultivateurs n'ont pas en général une assez grande étendue de terrain pour y consacrer tout leur temps, et leur propre travail terminé, ils louent aussi leurs bras; et alors ils reprennent les allures nonchalantes de tous les autres ouvriers et se reposent dans le travail salarié.

Dans les pays où il y a beaucoup de petites propriétés et beaucoup de fermages parcellaires, les ouvriers ayant l'alternative de travailler pour leur compte, s'ils ne trouvent pas un prix de journée qui leur convienne, maintiennent ce prix très haut. C'est la meilleure condition dans laquelle ils puissent se trouver, et qui résout bien des difficultés que présente ailleurs l'incertitude où le défaut et le ralentissement du travail plongent la classe ouvrière.

Enfin, le dernier moyen de mettre la force des hommes à la disposition des propriétaires de terrains, c'est l'association; car, comme nous l'avons dit, le métayage n'est pas autre chose. Dans le métayage, l'ouvrier reçoit un salaire variable pour une quantité d'ouvrage déterminé, puisque ce salaire consiste en une partie des récoltes; mais ce mode aléatoire, qui est favorable aux travailleurs, n'est généralement offert qu'à ceux qui, outre leurs bras et ceux de leur famille, offrent des garanties de moralité et de capacité, et qui, en outre, possèdent un certain capital. Comme directeur de culture, le métayer manque d'instruction; ménager de son pécule, il recule devant la nécessité d'appeler des bras étrangers à son aide. Le propriétaire ne peut tirer parti d'un tel travail que par

une attention soutenue et des stipulations qui puissent stimuler l'intérêt du métayer. L'état du métayage montre à nu le vice de toutes les associations d'intérêts où les contractants, ayant part aux produits, apportent leur contingent dans les éléments de la production. Chacun d'eux tend toujours à faire le moindre apport possible et s'efforce de profiter de celui de son associé. Nous avons vu souvent des frères nonchalants et insouciants, sur une ferme qu'ils cultivaient en commun, devenir laborieux et actifs quand ils avaient chacun une ferme séparée. Le métayer et le propriétaire n'agissent pas différemment. Le jardin du métayer, dont tout le produit lui appartient, est très bien cultivé; le champ voisin, dont il partage le produit, l'est fort mal. Le propriétaire soigne ses plantations, ses bâtiments, qui augmentent la valeur du capital de fonds; il ne fera aucun effort pour aider le métayer dans des marnages, dans des fumures qui profiteront à tous deux. Nous traiterons plus loin des différents modes de tenures, et alors se représentera de nouveau la question tout entière.

Section II. — *Force musculaire de l'homme.*

La force statique et musculaire des différentes parties du corps de l'homme, c'est-à-dire l'effort maximum qu'il peut produire, a été mesurée de plusieurs manières. Cette force peut se déployer ou au moyen de la pression des poignets, ou au moyen de la force des reins agissant pour arracher un poids fixé en terre, ou en tirant de bas en haut, ou en tirant devant soi, et de beaucoup d'autres manières différentes.

Buffon, Regnier, Rausom et Péron ont mesuré la force des poignets et celle des reins au moyen du dynamomètre à ressort, et ils ont trouvé les résultats énoncés dans le tableau suivant :

	Main droite.	Reins	
Français de 25 à 30 ans	50[k]	130[k]	Regnier.
	46	142	Rausom.
	69,2	152	Péron.
Indigènes de la Nouvelle-Hollande	51,8	101	*Ibid.*
Malais de Timur	58,7	113	*Ibid.*

M. Quetelet a trouvé pour les deux sexes et à différents âges, en Belgique, les résultats suivants[1] :

	HOMMES.		FEMMES.	
	Les 2 mains.	Reins.	Les 2 mains.	Reins
12 ans..	33[k]6	51[k]	10,1	40
15 ans..	57,1	88	15,0	53
20 ans..	81,3	138	22,0	58
25 ans..	88,7	155	24,5	77
30 ans..	89,0	154	»	»
40 ans..	87,0	122	»	»
50 ans..	74,0	101	»	»

Schulze a fait diverses expériences sur la force humaine, en faisant tirer sur une corde passée sur une poulie et puis sur l'épaule de l'homme; il a trouvé :

Maximum.	Minimum.	Moyenne.
51[k],480	42,120	47,218

L'homme, tirant horizontalement sur une corde tenue devant lui à deux mains, a soulevé :

Maximum.	Minimum.	Moyenne.
49[k],140	39,780	44,577

La taille varie beaucoup, selon les âges et selon le pays. M. Quetelet trouve qu'en Belgique la croissance n'est pas terminée à 19 ans, qu'elle ne l'est pas même toujours à 25; dans ce pays, à l'âge du recrutement, la taille moyenne est de 1^{m},64; en Hollande 1^{m},68; dans les montagnes de Gênes (Chiavari) 1^{m},56. Schulze dit que la taille moyenne de vingt hommes, pris au hasard à Berlin, était de 1^{m},67; en France, la taille moyenne des contingents de l'armée, de 1825 à 1829,

(1) *De l'homme*, t. II.

était de $1^m,658$; et de 1830 à 1833, de $1^m,655$ [1]. M. Villermé assure que, toutes choses égales d'ailleurs, la taille moyenne des hommes est en raison de leur fortune [2].

La hauteur de la taille favorise tous les travaux où l'on exerce une action des reins de haut en bas, tel celui, par exemple, de tourner une manivelle, parce qu'à la descente de la manivelle on supplée alors à la traction par le poids du corps.

Le poids de l'homme qui n'est pas dû à un état d'obésité qui nuirait à son activité peut aussi devenir un élément de sa force quand on l'emploie à agir à la façon de contre-poids pour soulever des fardeaux par le moyen d'une poulie, ou pour peser sur un corps que l'on veut enfoncer. Le poids moyen de 80 individus pesés à Cambridge par M. Quetelet était de $68^k,46$. Cet auteur admet, comme résultat de son expérience, que chez les individus développés le rapport de la taille au poids est comme 1 : 36,7 chez les plus petits hommes et comme 1 : 41,4 chez les plus grands, ou environ 1 : 39 dans les tailles moyennes. Le poids moyen de nos conscrits doit donc être exprimé par $39 \times 1,655 = 64^k,545$.

Après l'effort dont l'homme est susceptible, le second élément de travail mécanique est la vitesse; il ne peut être question ici de la course qui n'est qu'une allure extraordinaire et ne peut être continuée, mais de la vitesse de l'homme au pas. Schulze fit mesurer un espace de 3,708 mètres dans une plaine à peu près de niveau, et il le fit parcourir à vingt hommes en marchant au pas le plus allongé possible sans courir et de manière à pouvoir continuer avec la même vitesse pendant l'espace de 4 à 5 heures. Il avait pris la précaution de placer de distance en distance des surveillants chargés d'observer

(1) D'Angeville, *Essai de statistique.* Bourg, 1836, 1 vol. in-4, p. 323.
(2) *Annales d'hygiène*, n° 2.

s'ils marchaient uniformément. Le maximum de vitesse fut $1^m,755$; le minimum $1^m,489$; la moyenne vitesse, $1^m,602$ par seconde.

On estime en général qu'un piéton sans charge peut parcourir 6 kilomètres par heure en poursuivant une longue route, ce qui fait $1^m,67$ par seconde; ainsi le piéton fait 125 pas par minute et 7,500 pas à l'heure, en marchant 8 heures et demie par jour. On ne compte cependant en moyenne que 42 kilomètres pour la journée moyenne des hommes en troupe.

Mais un coureur exercé parcourt 13 mètres par seconde au commencement de sa course; sa vitesse ordinaire est de 7 mètres par seconde; ce que l'on appelle le pas de course est de 2 à 3 mètres par seconde.

Si l'homme peut faire un effort de 47^k en tirant par-dessus l'épaule avec une vitesse nulle, s'il peut marcher avec une vitesse de $1^m,602$ sans faire aucun autre effort que de transporter le poids de son corps, quelle sera la force qu'il pourra déployer avec une vitesse donnée? Voilà ce qu'il fallait rechercher par l'expérience et dans les différents modes d'action dont l'homme était susceptible.

Schulze, ayant appliqué sept hommes tirant par-dessus l'épaule à une machine à laquelle un poids de 101^k imprimait une vitesse de $0^m,750$, trouva qu'ils la faisaient mouvoir avec une vitesse de $0^m,757$ par seconde. Ils opéraient donc à peu près un travail mécanique de

$$\frac{101}{7} \times 0,757 = 10^{km},9.$$

Euler, cherchant l'expression analytique du travail mécanique, était arrivé à cette formule :

$$P' V' = P\left(1 - \frac{V'}{V}\right)^2$$

dans laquelle P exprime la force absolue en cas d'équilibre, V la vitesse absolue sans charge, P' la force relative, et V' la vitesse

correspondante. D'après l'expérience de Schulze, nous avons,

$$P'V' = 47{,}218\left(1 - \frac{0{,}757}{1{,}602}\right)^2 . \; 0{,}757 = 15^{k},31 \times 0{,}757 = 10^{k},08.$$

L'expérience nous donnait $10^{k},9$.

Cherchant ensuite la formule qui exprime le maximum de travail, il a trouvé qu'il fallait que $V' = \frac{1}{3} V$ et que $P' = \frac{4}{9} P$, ou autrement qu'il ne fallait employer que le tiers de la vitesse et les $\frac{4}{9}$ de la force statique. Dans les expériences de Schulze nous avions, pour le tiers de la vitesse,

$$\frac{1^{m},602}{3} = 0^{m},534 ;$$

pour les $\frac{4}{9}$ de la force statique,

$$\frac{47{,}218 \times 4}{9} = 18{,}75,$$

et pour le travail maximum

$$0{,}534 \times 18{,}75 = 10^{km},01.$$

On conçoit qu'il faudrait avoir des expériences pour les autres modes d'action pour pouvoir leur appliquer cette formule. Ainsi Coulomb a trouvé que la vitesse d'un homme pesant 65^{k} et montant une rampe douce ou un escalier de 30 mètres avec une vitesse de 14 mètres par minute ou de $0^{m},23$ par seconde, et un escalier de 40 mètres en 10 minutes, s'élevait seulement de $0^{m},16$ par minute, ce qui donne un travail mécanique de $9^{km},75$ par seconde. Mais il a vu aussi un homme monter un escalier de 150 mètres en 20 minutes, s'élevant ainsi de 0,125 par seconde. Ainsi plus l'effort était prolongé et moins la vitesse était grande. De Saussure a remarqué, dans ses ascensions de montagnes et sur des pentes moins fortes, que l'on s'élevait d'environ 400 mètres par heure, et par conséquent avec une vitesse verticale de $0^{m},11$ par seconde ; ce qui donne pour l'effet expérimental et continué pendant toute une journée $68 \times 0{,}11 = 7^{km},48$ par seconde.

M. P. de Gasparin a vu un homme monter au Faulhorn, à

une hauteur de 1500^{m} et en une journée de 8 heures, une plaque de cheminée pesant 80 kilogr.; le poids de l'homme étant supposé 68 kil., c'est un poids total de 148 kil. soulevé avec une vitesse verticale de 0,05 par seconde, ou un travail mécanique de 7^{km},40 par seconde. Ce travail est moindre que celui que l'on obtient en faisant tirer un homme par-dessus son épaule.

La vitesse d'ascension observée par de Saussure était le $\frac{1}{3}$ seulement de la vitesse possible, qui serait alors de 0^{m}, 33. Coulomb a constaté que sous la charge de 150^{k}, ce qui, avec le poids de son corps, donne 218^{k}, un homme peut à peine se mouvoir. Ainsi nous aurions, pour le maximum de travail mécanique d'un homme qui monte, la vitesse 0,11 multipliée par les $\frac{4}{9}$ de 218, ou 95,8 $=$ 10^{km},54, au lieu de 7^{km},48 que nous a donnés l'expérience. La formule ne serait donc pas bien applicable dans le cas du transport vertical des fardeaux, et il faudrait prendre seulement les 0,31 de l'effort total au lieu des $\frac{4}{9} = 0,44$.

Mais quand on emploie les forces de l'homme à monter des fardeaux, on doit considérer que son travail n'est pas continu, et qu'après le temps de l'ascension faite au profit du travail mécanique, vient celui de la descente pendant lequel il n'y a pas de travail mécanique produit. Soit, par exemple, le cas d'un fardeau porté au sommet d'une montagne, en s'élevant de 400 mètres par heure ou 0,11 par seconde; la descente se fait ordinairement dans les $\frac{3}{4}$ du temps employé à monter, plus exactement les 0,72. Ainsi dans une journée de huit heures de marche il y aura eu 5^{h},76 employées à monter et 2^{h},24 à descendre. Le travail étant de 7^{km},48 par seconde, ou de 26928^{km} par heure, ne sera pour la journée que de 155105^{km}, au lieu de 215424^{km} que l'on aurait eus en comptant le travail pour la journée entière, sans considérer le temps de la descente. Mais dans ce travail il n'y a de vraiment utile que l'élévation du poids et non celle du corps de l'homme. Or ce poids varie beaucoup selon la longueur de la rampe, et pour un travail

continu de la journée, ne doit pas dépasser beaucoup $27^{k},8$, tandis que par des rampes de 10 à 12 mètres, il peut être porté à 80^{k}; la vitesse varie dans les mêmes rapports, de manière à produire toujours à peu près 7 à 8^{km} par seconde. L'effort utile ne serait donc que de $27^{k},8 \times 0^{m},11 = 3^{km},058$ par seconde d'ascension; la journée d'ascension étant de $5^{h},76$, nous avons 50729^{km}. Coulomb avait trouvé 56160^{km}.

Ainsi, quand on voudra calculer l'effet utile de ce travail continué pendant toute une journée ou pendant plusieurs journées, on le trouvera en multipliant $3^{km},058$ par les 0,72 du nombre de secondes employées à ce travail. Si l'on demandait, par exemple, la quantité de blé qu'un homme, pendant une journée de 8 heures, pourrait monter dans un grenier, nous aurions $(3^{k},058 \times 23040) \times 0,72 = 50729^{km}$; et pour une élévation de 10 mètres au-dessus du sol, divisant par 10, nous avons $5072^{k},9$, qui, l'hectolitre pesant 78^{k}, nous donneraient 65 hectolitres de blé pour la journée complète d'un homme.

Nous avons vu que l'homme produit un effort de $7^{m},40$, qu'il peut donner un effort utile de $3^{m},058$ en montant chargé d'un fardeau, et qu'il perd ensuite tout le temps de sa descente, ce qui réduit à $2^{k},2$ l'effort utile produit par chaque seconde de sa journée. Supposons maintenant qu'il monte l'escalier sans aucune charge et qu'il se laisse retomber ensuite en enlevant un contre-poids à la hauteur à laquelle il était parvenu. Dans une journée de 8 heures il aura monté une élévation de 3200 mètres, et par une descente rapide comme contre-poids, il élèvera à cette hauteur le poids de son corps de 68^{k}; il aura donc produit un effet utile de $3200 \times 68 = 217600^{km}$ au lieu de 50729^{km}, c'est-à-dire un effet près de quatre fois plus grand. Coulomb avait signalé cet emploi ingénieux de la force humaine, et M. Poncelet nous apprend qu'elle a été mise en usage par le capitaine du génie Coignet, aux travaux de terrassement du fort de Vincennes, près Paris. M. Coignet fait

passer sur une poulie une corde armée d'un grand plateau à chacune de ses extrémités. L'un de ces plateaux porte l'homme, l'autre le poids à soulever. Ces travaux, dans lesquels chaque manœuvre a élevé journellement 310 fois à la hauteur de 13^m le poids de son corps (70^k environ) en gravissant de simples échelles, ont confirmé les avantages inhérents à ce mode d'employer la force de l'homme[1].

Nous verrons plus loin, après avoir traité des machines, les emplois que l'on peut faire de la force motrice de l'homme en faisant agir ses différents membres.

SECTION III. — *Durée des journées de l'ouvrier.*

Nous ne connaissons que les territoires d'Arles et de Tarascon où les journées aient une durée égale de huit heures pendant toute l'année ; ce qui, avec un repos intermédiaire d'une heure, donne seulement sept heures de travail. Les journées commencent à 8 heures en janvier pour finir à 4 heures du soir, et à 4 heures du matin en juillet pour finir à 2 heures après midi. Dans les saisons où le jour finit de bonne heure, l'ouvrier emploie le reste du jour à de petits travaux peu fatigants sur son propre terrain. Ces hommes vigoureux donnent pendant ces sept heures un effort utile au moins égal à celui de leurs voisins, qui travaillent 12 heures et demie en été. Nous avons souvent essayé, quand les travaux pressaient, de prolonger la journée des paysans de Tarascon ; on obtenait plus d'ouvrage le premier jour, mais si l'on voulait continuer, l'activité diminuait, et l'effort utile de la longue journée finissait par se réduire à celui de la journée ordinaire, tout en la payant plus cher. Les ouvriers dépensent en sept heures toute leur faculté de travail. On ne fait de journées complètes

(1) Poncelet, *Mécanique industrielle*, § 208 ; et *Mémorial de l'officier du génie*, 1835.

que pour les travaux pressés des récoltes, qui exigent plutôt une longue durée qu'un grand déploiement de forces musculaires.

Dans un pays voisin, dans Vaucluse, la journée dure du lever au coucher du soleil, avec deux repas intermédiaires en hiver et trois en été. Ainsi, à cette latitude, sa durée est la suivante dans les différents mois :

Janvier . .	7^h20	2 repas	Juillet. . .	12^h00	3 repas
Février. .	8,38	2 repas	Août . . .	10,40′	3 repas
Mars . . .	10,10′	2 repas	Septemb..	10,10′	2 repas
Avril . . .	11,38	2 repas	Octobre. .	8,38′	2 repas
Mai. . . .	13,00	2 repas	Novembre	7,20′	2 repas
Juin. . . .	12,28′	3 repas	Décembre	6,50′	2 repas
			Moyenne. . .	9,6′	

Et en déduisant le temps des repas. . . 7 heures.

Aux colonies anglaises, la journée de neuf heures de travail sous le régime de l'esclavage avait été réduite à sept heures et demie sous celui de l'apprentissage. Ici, la durée de la journée est la même toute l'année, par l'effet du peu de différence de la longueur de la journée dans les régions équinoxiales, comme elle l'est en Provence par l'effet d'une convention amiable. Nous croyons que le travail et la santé gagnent à cette régularité.

Des jours de repos sont intercalés entre les jours de travail, d'abord les dimanches et les fêtes légales ou autres, ensuite les intempéries, la pluie, la neige, la gelée.

Selon Vauban[1], il fallait, de son temps, retrancher des jours de l'année, dans le Morvan :

52 dimanches.
38 fêtes.
50 jours de gelée.
25 jours de maladie.
20 jours pour foires, marchés, affaires.

185

Il ne restait à l'ouvrier que 185 jours occupés; mais il y avait dans ce calcul bien des doubles emplois. Thaër (§ 200 à

(1) Dixme royale.

la fin) admet le chiffre de 220 journées de travail pour l'ouvrier prussien, y compris le battage en grange.

Dans le sud-est de la France des états exacts, résultat d'une comptabilité bien suivie, nous montrent que l'on y fête 62 jours et que les mauvais temps y font perdre 41 jours ; il reste donc 262 journées de travail. Le nombre moyen de journées de la partie de l'Europe comprise entre la Méditerranée et la Baltique serait donc de 241 journées occupées. Dans les Etats du midi, les anciens usages ont introduit un nombre excessif de fêtes qui accroissent beaucoup le nombre de ces jours de repos. Leur introduction était un bienfait quand il s'agissait de disputer les sueurs de l'esclave et du serf à l'avarice d'un maître; elle devient un fléau pour le cultivateur libre. Passant à un autre extrême, celui-ci regrette même le repos hebdomadaire du dimanche, et le viole souvent pour travailler sur son propre terrain.

Au reste, les recherches que nous venons de faire pour une localité doivent être faites pour chacune de celles où se porte la culture. Connaître la durée de la journée dans chaque mois, le nombre de jours de travail, est une des données les plus importantes de l'évaluation de la force dont dispose un pays.

Section IV. — *Travail journalier de l'ouvrier.*

Quelle peut être la mesure du travail dont un ouvrier est susceptible? Les ouvrages auxquels il peut être appliqué sont si divers qu'il est difficile d'en trouver un qui soit d'un usage assez général et assez uniforme pour pouvoir servir de règle. Celui qui semble s'y prêter le mieux, c'est le travail du déblai, celui qui consiste à enlever une terre assez meuble pour pouvoir être creusée sans effort, à la pointe de la bêche ou avec la pelle, et à la rejeter en dehors à une hauteur qui n'excède pas $1^m,60$, qui est celle d'une voiture qu'il s'agit de charger ou du rebord des fossés qu'il s'agit de creuser.

D'après d'assez nombreuses expériences, faites dans les tra-

vaux publics sur les tâches et les travaux à journée, on a trouvé qu'en France un homme déblayait en moyenne 15^{m},6 de pareille terre.

	mc.	Rapports.
Les ouvriers de 1re classe (maxim. de force et d'activ.) déblayaient.	18,65	100
Les ouvriers de 2e classe (maxim. de force, peu d'act.) deblayaient.	15,72	84
Les ouvriers de 3e classe (moindre force, plus gr. act.) déblayaient.	15,31	82
Les ouvriers de 4e classe (moindre force, moindre act.) déblayaient.	14,39	77
Tâches des ouvriers, mois de l'apprentissage dans la colonie de la Guiane anglaise[1].	14,14	75

Ce tableau est loin de nous présenter le maximum et le minimum de l'ouvrage que l'on peut obtenir; l'échelle est bien plus étendue; il y a des associations d'ouvriers vigoureux qui déblaient certainement près de 20 mètres cubes par jour, et, d'un autre côté, nous savons que les Indiens, faiblement nourris, produisent très peu d'ouvrage, quoique nous n'en ayons pas une mesure exacte. Ce qui prouverait surabondamment que nous n'avons pas atteint les limites du travail, ce sont les résultats du travail à la bêche. Un ouvrier, travaillant son propre terrain pour son compte, bêchera 300 mètres carrés de terre par jour; des ouvriers, travaillant à la tâche, 282^{mc}; d'autres ouvriers, travaillant à la journée, 192^{mc},5; enfin, nous avons vu des ouvriers, peu surveillés, ne bêcher que 101^{mc}; l'échelle serait donc celle-ci :

1°.	100
2°.	94
3°.	64
4°.	34

En éliminant le n° 4, qui est évidemment un travail fait de mauvaise volonté, l'échelle s'étend de 100 à 64 entre des ouvriers à la tâche et à la journée; tandis qu'entre les ouvriers à la tâche des travaux publics qui ont donné lieu au tableau précédent, l'échelle ne s'étendait que de 100 à 77.

(1) *Rapport de la commission des affaires coloniales*, par M. le duc de Broglie, documents, t. II, in-fol., p. 967.

C'est que pour ces derniers nous comparons seulement entre eux les ouvriers à la tâche, tandis que pour les autres nous ne comparions pas seulement la force et l'activité des ouvriers, mais encore l'influence des modes différents de location du travail de la tâche et à la journée, parmi des hommes dont les dispositions pouvaient d'ailleurs être tout à fait semblables.

Ce sont ces expériences comparatives du travail musculaire des hommes que nous sollicitons dans les différents pays; elles doivent être faites non sur une circonstance accidentelle, mais sur des déblais considérables et longtemps prolongés, pour pouvoir obtenir une moyenne que l'on puisse rapprocher des chiffres que nous avons cités plus haut.

Section V. — *Limites du prix de la journée de l'ouvrier.*

Si le prix que l'homme reçoit pour son travail n'était pas suffisant pour son entretien et celui de sa famille, il y aurait souffrance, dépérissement de forces, maladie, et enfin réduction du nombre des travailleurs. La culture serait en décadence, ou bien l'on serait obligé d'élever le salaire, jusqu'au point où, rémunérant complétement l'ouvrier, lui donnant le moyen d'élever des enfants qui puissent le remplacer un jour, l'équilibre serait rétabli entre l'offre et la demande des bras.

Si ce prix excédait le taux nécessaire à l'entretien de la famille de l'ouvrier, celui-ci capitaliserait et ne tarderait pas à devenir propriétaire; la grande propriété se dissoudrait par l'action combinée de la concurrence des acheteurs et de la rareté toujours plus grande de bras réclamant un salaire et dont les plus vigoureux se livreraient à la culture de leur propre sol, travail libre et attrayant, supérieur au travail salarié parce que l'ouvrier y disposerait sans réserve et à son profit de toutes ses forces.

D'autres fois il profiterait de l'excédant du prix pour se

livrer au repos, comme les lazzarones de Naples, les nègres affranchis; la somme du travail serait moindre, mais la situation de l'ouvrier ne changerait pas; elle resterait la même que s'il était payé au prix nécessaire; seulement les produits obtenus seraient plus chers.

D'autres fois encore l'ouvrier consacrerait l'excédant de son salaire au luxe et à la débauche; il entrerait dans cette voie déplorable où l'on ne voit que trop souvent les ouvriers de nos villes industrielles. Les uns consomment cet excédant en satisfactions de vanité et d'aisance, tels que la mise, le loyer, la table. C'est ainsi que se dissipent les produits des plus belles années de leur vie, de celles où l'économie pourrait assurer l'indépendance de la vieillesse et préparer celle des enfants; les autres se livrent à la débauche, détruisent leur moralité, leur santé, leurs forces, et tombent, dans les moments de chômage, dans une misère profonde. Enfin, comme les besoins de la vie ont des limites, tandis que le luxe et la débauche n'en ont pas, il en résulte pour ces ouvriers irréfléchis et imprévoyants un état de mécontentement, de révolte qui compromet l'existence de l'industrie sans cesse menacée et qui pourrait précipiter l'ouvrier et celui qui l'emploie dans le même gouffre de malheur.

Combien petit est le nombre de ceux qui conservent des mœurs simples et des habitudes de vie modestes, qui bornent leurs dépenses à ce qui est nécessaire au maintien de leur santé et de leurs forces, songent à l'avenir et le préparent en profitant de ces excédants de salaire pour faire des économies!

Si ces excédants de salaire sont des exceptions dont l'ouvrier doit profiter avec sagesse, il n'est pas vrai qu'*habituellement* le salaire de travail puisse être au-dessous du nécessaire; car alors l'ouvrier disparaîtrait. La vérité est que ce prix nécessaire est obligatoirement accordé. Le salaire ne s'élève au-dessus que quand la demande de bras surpasse l'offre qui se

présente sur le marché. C'est ainsi que dans les pays où la grande propriété lutte encore à forces inégales contre la petite, dans ceux où les produits de la culture sont riches et appellent une grande activité de travaux, dans ceux qui se font sous des climats où l'action devient d'autant plus pénible que la température est plus élevée; dans les situations malsaines qui déciment les ouvriers; dans celles où un travail industriel peu pénible et bien rétribué est mis en concurrence avec le travail de la terre; enfin dans les pays où les préjugés ont rendu ce dernier travail dégradant parce qu'on le confie à une race inférieure, ou bien parce qu'on l'obtient de l'esclave par la violence; dans toutes ces situations, disons-nous, le nombre des ouvriers agricoles doit être inférieur aux besoins de la culture, et le salaire doit être élevé au-dessus du prix d'entretien et de nourriture de ces ouvriers et de leur famille.

Au contraire, dans les pays où domine la grande propriété, dans ceux où les produits de la culture ont peu de valeur et où la main-d'œuvre peut facilement être suppléée par le travail mécanique ou rendue inutile par la conversion des terres en pâturages; dans ceux où le climat froid et tempéré sollicite à l'activité; où n'existent pas de manufactures; où le travail de la terre est général et n'entraîne aucun signe de dégradation; dans les situations saines enfin, le nombre des ouvriers pouvant satisfaire à tous les travaux, étant même quelquefois surabondant, le salaire s'adapte plus ou moins aux besoins de l'existence de l'ouvrier et de sa famille. Nous allons examiner, dans l'article suivant, ce que nous devons entendre par cet entretien suffisant.

Section VI. — *De l'entretien de l'ouvrier. Nourriture.*

Nourrir son corps, c'est-à-dire lui fournir les éléments nécessaires pour réparer les pertes quotidiennes qu'il fait, préve-

nir la perte trop rapide de son calorique en lui fournissant les vêtements et les abris nécessaires, voilà en quoi consiste ce que nous appelons l'entretien de l'ouvrier; mais en même temps, pour assurer la perpétuité du travail, il faut pourvoir à son remplacement, c'est-à-dire entretenir aussi ses enfants. Pour que cette perpétuité soit assurée, la famille doit se composer de l'homme, de la femme et d'un nombre d'enfants proportionné à la mortalité dans le jeune âge. En France, d'après les tables de mortalité de Montferrand, 20,000 naissances produisent 12,763 individus âgés de 20 ans; par conséquent, pour remplacer le père et la mère, il faudrait 3,22 naissances par famille; 4 enfants par ménage constitueraient une population croissante. Le nombre moyen d'enfants à entretenir pendant vingt ans sera de 2,96. Le salaire doit donc représenter l'entretien d'un homme, d'une femme et de 2,96 enfants, pour pourvoir, dans les conditions générales de la France, à la perpétuité du travail. Quand cet entretien est insuffisant, la mortalité devient plus grande dans le jeune âge et le nombre des naissances devra être plus grand, ainsi que celui des enfants qui arriveront à l'âge adulte avec une faiblesse relative qui finit toujours par faire payer plus chèrement le travail provenant du salaire trop abaissé.

Voyons d'abord quelle doit être la nourriture normale de cette famille ainsi constituée.

On sait que la nourriture de l'homme doit se composer de substances azotées, la fibrine, l'albumine, la caséine, et d'aliments carbonés, la graisse, la fécule, la gomme, le sucre pris dans une certaine proportion.

On a donné le nom de ration d'entretien à ce qui suffirait à un homme pour entretenir sa vie sans travailler et sans diminuer de poids; bien entendu que le point de départ du poids doit être celui auquel l'homme peut être réduit dans l'état de maigreur très prononcée, mais conservant une bonne santé et

faisant régulièrement ses fonctions. Dans tous les animaux, si la ration d'entretien est trop faible, l'amaigrissement continue et la santé décline; si la ration d'entretien est trop forte, le poids de l'animal augmente. Ces expériences, tentées sur les moutons par Riedefel et ensuite par Weckeherlin, directeur de l'institut de Hohenheim, nous ont appris que la ration d'entretien du mouton était d'un soixantième de son poids en foin; qu'ensuite 10 kilogr. de foin, ou son équivalent, produisaient l'augmentation d'une livre de poids en viande, un kilogr. de lait.

Pour l'homme [1], Caton nous apprend que l'on donnait aux esclaves, chez les Romains, $1^k,30$ de pain pour toute nourriture. Le pain de froment renferme 0,46 d'eau; celui-ci, qui conservait tout son son, devait en contenir davantage encore; mais en supposant qu'il n'en eût pas plus, cette ration représentait 0,89 de froment. Si nous considérons la nourriture des moines ascètes, nous trouvons qu'ils sont amenés à vivre avec une ration qui est l'équivalent de $0^k,67$ de froment, contenant $13^g,4$ d'azote, qui répond à l'azote que l'on trouverait dans $1^k,167$ de foin, et cette dose de foin représente aussi exactement le soixantième du poids d'un homme de 70 kilogr. pesant. La ration d'entretien est donc composée d'une nourriture renfermant $19^g,1$ d'azote, ou de l'équivalent de $0^k,957$ de froment p. 100 du poids de l'homme.

Les soldats consomment $0^k,288$ de viande et $1^k,048$ de pain blanc et bis, qui donnent ensemble 27 gram. d'azote par jour.

La nourriture de l'Indien est composée de trois quarts à un kilogr. de riz cuit à l'eau avec un peu de farine de pois et rarement un peu de beurre [2]. Supposons que la dose de farine de pois soit de 1 kilogr., contenant 4 gram. d'azote; le kilogr. de riz en renferme 12 gram., ce qui nous donnerait seulement

(1) Cap. LVI.

(2) Warren.

16 gram. d'azote dans la nourriture de l'Indien, qui lui donne la force de marcher assez rapidement sans fardeau.

Dès que l'homme travaille et fatigue, il faut ajouter à cette ration d'entretien ce qui correspond à la déperdition qu'il doit faire, et cette ration doit être telle que l'azote soit au carbone dans la proportion d'un cinquième. Cette proportion est celle qui se trouve dans le bon pain de froment. En calculant ces éléments pour les différentes alimentations, on trouve que la nourriture de l'ouvrier dans le midi peut être représentée par $1^k,50$ de blé froment par jour ; dans le Loiret, d'après M. Bigot de Morogues, par $1^k,41$. Dans ces deux pays le travail à la bêche, exécuté par les ouvriers à la journée, est dans le rapport de 100 à 87 ; ainsi les premiers faisant en moyenne 15,31 de déblai, les seconds en feront 13,31. L'entretien de la force nécessaire pour produire un mètre cube de déblai serait donc de 45 gram. de blé, plus une fraction de la ration d'entretien :

Pour le travail du midi. . $\frac{0,67}{15,31}$ from. $+ 0^k045$ from. $= 0^k887$

Pour le travail du Loiret. $\frac{0,67}{13,31}$ from. $+ 0,045$ from. $= 0,90$

C'est ainsi que la ration d'entretien restant toujours la même, le prix du travail augmente à mesure que la somme du travail est moindre.

Il ne suffit pas d'avoir pourvu à la nourriture de l'ouvrier, il faut encore songer à celle de sa famille, c'est-à-dire à la situation moyenne dans laquelle il va se trouver pendant sa vie. Des expériences réitérées, que nous avons faites sur la consommation d'hommes vivants seuls ou avec une femme et des enfants, nous ont prouvé que, dans les cas ordinaires, la nourriture des femmes était à celle des hommes comme 17 : 25; le poids moyen de leur corps était comme 25 : 21. La différence provient évidemment de la différence de déperdition occasionnée par les travaux violents des hommes en comparaison de celle

qu'exigent les travaux sédentaires de la femme. Dans les prisons où le même régime est assigné aux hommes et aux femmes, celles-ci conservent leur embonpoint, tandis que les hommes maigrissent et s'affaiblissent, s'ils ne se procurent une nourriture supplémentaire ; c'est que ce régime atteint à peine la ration d'entretien de l'homme et la dépasse pour les femmes.

L'âge auquel les jeunes gens finissent par atteindre le salaire complet d'un ouvrier est celui de leur complet développement. Dans les familles, il y a des enfants de plusieurs âges ; jusqu'à 10 ans, ils consomment, en comparaison de leur mère, à peu près dans la proportion de leur poids respectif ; mais il arrive un âge de développement où leur appétit est en raison plus forte que leur poids. Pour apprécier ces différences, il faudrait étudier une grande masse d'individus, car le tempérament de chacun amène des modifications très considérables dans les résultats. Nous nous sommes borné à rechercher ce qui arriverait dans les situations moyennes, en supposant que la famille fût composée du père, de la mère et de trois enfants. La consommation de chaque enfant était alors à celle de la mère comme 12 : 17. Dans le rapport des poids, elle devrait être comme 7,5 : 17. Mais les exercices des jeunes enfants sont plus violents que ceux de la mère. La consommation des membres de la famille serait donc ainsi qu'il suit :

	Rapports.	Ration d'entretien relative au poids.	Ration de travail.	Nourriture totale.	Valeur de l'hectolitre de blé à 22 fr.	Valeur de la nourriture de l'année
L'homme..	25	0^k67 from.	0^k65	1^k32	0^f420	153^f30
La femme .	17	0,46	0,30	0,76	0,286	101,34
3 enfants. .	36	0,97	1,20	2,17	0,605	220,75
				4,25	1,311	478,39

SECTION VII. — *Dépenses d'entretien autres que la nourriture.*

Dans les dépenses qui restent à faire se mêlent, selon les usages locaux, aux choses utiles au maintien de la force et de

la santé, une foule d'articles plus ou moins inutiles et même nuisibles. Arthur Young se plaignait vivement de ce luxe ruineux. On lui disait : « Montrez-moi une pauvre famille qui ne prenne pas de thé au moins une fois par jour ; » et il répondait : « Celles qui se livrent à ce goût peuvent-elles vivre à aussi bon marché que celles qui y renonceraient? Ont-elles le droit de se plaindre si le prix des denrées ne leur permet pas de passer une heure par jour à prendre du thé? Toutes les fois qu'on se plaint que les denrées sont trop chères, il faudrait ajouter : Pour vivre comme il nous plaît de vivre[1]. » Ce sont ces articles, qui n'ajoutent rien à l'existence matérielle, et dont on se fait un besoin factice, qui ruinent les ouvriers de nos grandes villes. Chaque dimanche, chaque lundi, le vin bu au cabaret, la bière qui est une boisson de luxe là où elle n'est pas une boisson habituelle, les jeux, l'habillement des hommes et des femmes qui, quittant leurs haillons de la semaine, rivalisent de recherche les jours de fête, rendent les salaires insuffisants et amènent la misère. Nous sommes loin de refuser à l'ouvrier les récréations honnêtes ; mais elles peuvent ne pas être dispendieuses. Ce qui doit soutenir l'ouvrier dans sa vie laborieuse, c'est la perspective de son repos futur et d'un meilleur état pour sa jeune famille. Les ouvriers rangés prospèrent et finissent par commander à leurs égaux qui les ont regardés longtemps avec mépris.

Les ouvriers de l'agriculture, moins sujets aux écarts du luxe, le sont encore beaucoup trop à ceux de la débauche et surtout à ceux du cabaret. La séparation des deux sexes dans les plaisirs des jours de fête est le fait le plus funeste qui vienne entraver les progrès matériels et moraux des familles. Dans celles qui prospèrent, les promenades faites en commun, de petites jouissances de table partagées entre tous leurs membres

(1) *Lettres d'un fermier*, t. I, p. 159.

font la joie de ces jours de repos sans déranger le budget de la famille.

Mais resserrée dans cette limite, la question des dépenses autres que la nourriture à assigner à l'ouvrier présente encore de grandes difficultés, parce qu'elles varient selon les lieux et les climats. Ainsi l'habillement, le chauffage, le logement n'occasionnent presque aucun frais dans les pays méridionaux, et ils deviennent considérables à mesure que l'on avance vers le nord. Nous devions donc nous borner, en attendant des renseignements plus complets, à présenter pour type de calcul ce qui se passe autour de nous. Ayant étudié un assez grand nombre de familles agricoles en France, nous avons trouvé que la moyenne de la dépense de leur logement était de 30 fr. par an; que l'babillement coûtait 35 fr. pour l'homme seul et 100 fr. pour celle du ménage complet, le combustible et l'éclairage 10 fr., et que les outils, ustensiles et dépenses imprévues absorbaient la somme de 20 fr. La dépense de la famille serait donc :

Nourriture	478f39
Loyer	30,00
Habillement	100,00
Chauffage et éclairage	10,00
Outils, ustensiles, dépenses imprévues	20,00
	638,39

Représentant 2279 kil. de froment.

Ou par jour 1 fr. 75 représentant 6k,47 de froment.

Section VIII. — *Recettes de l'ouvrier.*

Pour que l'ouvrier puisse entretenir lui et sa famille dans la situation moyenne où nous l'avons placé, il faut donc qu'il fasse par jour une recette de 1 fr. 75 c.; mais tous les jours ne sont pas des jours de travail, et si l'on se reporte à ce que nous avons dit plus haut, le nombre de journées occupées est de 262 sur les bords européens de la Méditerranée, 220 sur ceux

de la Baltique, et en moyenne pour l'Europe centrale de 241. Le salaire normal de la famille de l'ouvrier serait donc

$$\frac{638^{f},39}{241} = 2^{f},65,$$

Ou de la valeur de 9k,82 de froment.

Le travail des femmes est payé généralement au taux de la moitié de celui des hommes, mais elles ne trouvent pas toute l'année et en tous pays un travail qui leur convienne. Dans certaines contrées, elles travaillent à la terre; dans d'autres, outre les travaux de la culture qui exigent le moins d'efforts, les sarclages, les moissons, elles en ont aussi de plus appropriés à leur sexe, le taillage du chanvre et du lin, l'éducation des vers à soie, etc. Dans la vallée du Rhône, nous avons trouvé que les femmes mariées pouvaient obtenir 133 journées salariées au prix moyen de 75 c. Les enfants de 10 ans ne sont occupés qu'à garder le bétail et à de légers ouvrages, et le salaire moyen des enfants au-dessus et au-dessous de cet âge ne s'élève pas à plus de 50 fr. par an. Nous avons donc :

Travail de la femme.	100f00
Travail de 3 enfants.	150,00
Travail du père devant compléter la recette. .	388,39
	638,39

Ce qui donne pour la moyenne de la journée du père $\frac{638,39}{241} =$ 1f,61 ou 5k,96 de blé.

Nous avons eu soin d'exprimer toujours les sommes représentant les dépenses et les recettes en kilogr. de blé, qui est la principale nourriture des peuples de l'Europe; leur équivalent en argent est établi sur la supposition du prix du blé froment à 22 fr. l'hectol. ou à 27 fr. les 100 kilogr., et ne serait par conséquent pas assez générale. C'est donc à la première de ces évaluations qu'il faut uniquement se rapporter. Dans les pays où d'autres genres de denrées, ayant d'autres prix, fourniraient

la nourriture de l'ouvrier, c'est de ces éléments qu'il faudrait partir. Ainsi, selon M. l'abbé Voisin, la journée de l'ouvrier, en Chine, est de 50 c.; mais avec cette somme, dit-il, il peut se procurer une quantité d'objets utiles qui lui coûteraient environ 2 fr. en France. Ce dernier prix serait donc le salaire de l'ouvrier chinois [1].

Le prix moyen du travail des ouvriers de l'agriculture en Angleterre est de 10 fr. par semaine [2], ou 1 fr. 66 c. avec le blé au prix moyen du froment à 25 fr. 50 c., ce qui donnerait seulement $5^k,08$ de froment par journée, au lieu de $5^k,75$ qui est le salaire de l'ouvrier en France. En Écosse, le salaire est de 7 fr. 20 c. par semaine ou 1 fr. 20 c. par jour; mais il y a là d'autres habitudes de vie. En Irlande, l'ouvrier est payé 5 fr. 7 c. par semaine ou 85 c. par jour. L'on estime que si l'ouvrier irlandais avait toute l'année du travail à 50 c. par jour, il pourrait nourrir sa famille [3]; mais aussi c'est qu'il se nourrit de pommes de terre et de lait, que les facultés nutritives de la pomme de terre sont à celles du froment comme 18:100, que le prix vénal de ce tubercule est en France à celui du blé comme 16 : 100, qu'en Irlande la production favorisée par le climat en est plus considérable et le prix beaucoup plus bas, et que quant au lait produit sur des pâturages dont on paie une faible rente, il s'obtient à très bon compte.

Thaër a fixé à un huitième de scheffel de seigle ($0^k,07$) la journée de l'ouvrier en Allemagne [4]; le prix du seigle étant à celui du froment comme 3 : 4, c'est la valeur de $0^k,052$ ou $4^k,056$ de froment. C'est encore la nature de la nourriture et surtout le grand usage que les paysans font de la

(1) *Revue d'Orient*, novembre 1844, p. 197.
(2) *Farmer's magazine*, Berthaut-Ducreux, Comparaison des rentes, p. 221.
(3) *Selections of the poor Irish to inquiry*, 1835, p. 207 et 214.
(4) *Principes d'agriculture*, § 147.

pomme de terre qui a réduit le chiffre de l'entretien de plus d'un cinquième sur celui du paysan de France.

Dans la situation que nous venons de décrire et qui peut être considérée comme la situation moyenne des ouvriers dans les circonstances de population, de moralité, d'alimentation de l'Europe centrale, les salaires pourvoient donc aux besoins de la famille. Il y a des moments où l'ouvrier se trouve très à l'aise. C'est celui où, n'étant pas marié, il peut économiser la valeur de 714^k de froment, près de 200 fr. par an. Les jeunes femmes font aussi des économies, et les jeunes gens qui ont été sages débutent ordinairement avec ces épargnes qui les aident à surmonter plus tard les difficultés des années qui suivent et où les couches de la femme, l'éducation des enfants en bas âge amènent de la gêne pour ceux qui n'ont pas su les prévenir. Restent les cas de maladies ou de familles très nombreuses qui sortent de la règle ordinaire et qui méritent toute l'attention des législateurs. C'est pour les circonstances qui ne peuvent être raisonnablement prévues, qui s'écartent des positions moyennes, que doit être réservée toute la sollicitude de l'administration. Les secours distribués avec cette réserve n'encouragent pas l'imprévoyance et sont nécessairement circonscrits. Quand les enfants sont élevés et capables de gagner leur vie, les pères et les mères se retrouvent dans une position aisée et peuvent de nouveau faire des épargnes pour leurs vieux jours.

On pourrait aussi citer comme des circonstances difficiles à passer pour la famille de l'ouvrier les hausses du prix du blé; car son salaire payé en argent est peu sujet à varier, malgré les variations du prix de denrées, et se règle sur les prix moyens de la contrée que l'on habite; mais il faut considérer aussi que ce prix moyen lui-même compense, pendant les années de bas prix, le dommage que l'on pourrait éprouver des années de hausse. C'est encore à la prévoyance de l'ouvrier à prévenir les dangers que présentent ces alternatives.

Ainsi dans la situation actuelle et en supposant que l'ouvrier trouve de l'occupation pendant le nombre de journées indiqué, le prix naturel des journées est de $5^k,96$ de blé (ou 1 fr. 61 c., le blé à 27 fr. le quintal), environ 3,8 fois ce qu'il faut pour sa nourriture complète; celui du travail de la femme $3^k,00$ (0 fr. 81), environ 2,8 fois ce qu'il faut pour sa nourriture. Le prix moyen trouvé pour le salaire des enfants, proportionnellement à leur âge, a été trouvé ainsi qu'il suit :

10 ans.	0,17 de la journée de l'ouvr. ou	1^k01	froment.	0^f27
12 ans.	0,33	—	1,96	—	0,33
14 ans.	0,50	—	2,98	—	0,81
16 ans.	0,66	—	3,93	—	1,06
18 ans.	0,87	—	5,18	—	1,40

Mais il arrive aussi que les modes de culture, l'état de la population et surtout le mode de répartition de la propriété sont tels que l'ouvrier ne trouve pas toujours à s'occuper pendant les jours de l'année propres au travail. C'est ce que l'on remarque surtout dans les pays où la propriété est très divisée, où le plus grand nombre travaille sur son propre champ et où ceux qui n'ont que leurs bras ne sont employés qu'à l'époque des travaux pressés; dans ceux qui sont tout entiers sous le régime du métayage et où les métayers pauvres négligent les travaux qu'ils ne peuvent exécuter eux-mêmes. Dans ces pays la classe des ouvriers purement salariés ne peut exister, il faut que chaque cultivateur achète une portion de terre suffisante pour l'occuper, ou la prenne à bail ou en métayage. C'est par ce procédé que, s'assurant une rémunération suffisante, leurs forces sont mises en action au profit de l'agriculture.

En Angleterre, où l'on ne trouve ni à acheter ni à louer des terres par petites parcelles, le sort de l'ouvrier est beaucoup moins heureux qu'il ne l'est en France, malgré la plus grande élévation de salaires. On n'avait pu y arrêter la disparition de la classe pauvre qu'au moyen de la taxe des pauvres qui com-

plétait le salaire nécessaire à la subsistance de la famille de l'ouvrier : frêle ressource qui a multiplié sans mesure cette population en lui offrant une subsistance assurée, quelle que fût son imprévoyance et sa paresse; moyen dangereux et qui tendait à devenir tellement onéreux qu'il a fallu lui substituer un régime répressif qui n'est encore jugé que par la rigueur de ses procédés, sans prévoir les résultats qu'il peut amener.

Le salaire des valets de ferme se compose de leur nourriture et de leurs gages; leur taux nous a paru toujours combiné de manière à s'élever un peu au-dessus du salaire moyen de l'ouvrier libre. Ainsi dans le pays où la journée de l'ouvrier est de 1 fr. 61 c., celle du valet est de :

Nourriture.	148f
Gages.	272
	420

qui, divisés par les 241 journées occupées, nous donnent 1 fr. 75 c. Dans les comptabilités les plus exactes on compte l'heure de travail effectif de valets de ferme à la valeur de 0k,71 de froment; mais il faut remarquer que l'état de valet de ferme, quoique assurant plus de sécurité à l'ouvrier pour sa subsistance puisque le placement de son temps est assuré nonobstant les intempéries, quoique exigeant un travail moins dur puisqu'il consiste généralement dans des labours et des soins donnés aux animaux, et non en travail à la bèche ou à la houe comme pour le journalier, a ses inconvénients, qu'il entraîne un assujettissement constant au commandement du maître. L'état de domesticité dans lequel vivent ceux qui s'y soumettent, la difficulté pour eux de se marier en vivant séparés de leurs femmes et de leurs enfants, font préférer à tous les hommes vigoureux la situation de travailleur libre, et celle de valet de ferme est surtout occupée par des jeunes gens non encore établis et par des hommes dont la force et la santé ne comportent pas le labeur rude et assidu des ouvriers à la journée ou à la tâche.

Section IX. — *Prix du travail de l'ouvrier.*

Pour connaître le prix du travail d'un ouvrier, il faut donc, d'après ce que nous avons dit dans les articles précédents, connaître la valeur de l'entretien d'une famille moyenne et la diviser par le travail fait par elle. Comme ces deux éléments seraient trop difficiles à trouver, on pourra en approcher par plusieurs méthodes que nous allons décrire en peu de mots.

La première, que l'on pourrait aussi appeler la méthode théorique, consiste à connaître le prix de la journée moyenne et à la diviser par le nombre de mètres cubes de terre *à un homme* ayant $0^k,5$ de ténacité que l'ouvrier déblaie dans la journée, ou la surface de terrain qu'il bêche dans le même temps, en prenant le travail de 200^{mc} par l'équivalent de 15m;3 t de déblai. La quantité de travail fait diminue avec la ténacité de la terre, mais non pas exactement selon le chiffre de cette ténacité, comme nous le verrons quand nous traiterons du travail à la bèche. Il ne faut donc jamais comparer des quantités d'ouvrage et des prix résultant de travaux faits sur des terrains très variables en ténacité, sans avoir opéré les réductions convenables.

A défaut de ces expériences, on pourra regarder comme une indication les chiffres que l'on déduira du poids moyen des hommes, de leur ration d'entretien, à laquelle on ajoutera 45 gram. de froment par mètre cube de terre à un homme qu'il déblaie dans sa journée. Ayant alors la nourriture de l'ouvrier, on la multipliera par 3,8, et l'on aura à peu près la valeur de sa journée qui, il faut se le rappeler, représente son entretien et la portion dont il doit contribuer à l'entretien de sa famille. Ainsi, un homme pesant 70 kil. et faisant $15^m,3$ de déblai par jour dans une terre de $0^k,5$ de ténacité, nous aurons pour le prix de sa journée $(70 \times 0^k,012 + 15,3 \times 0^k,045) \times 3,8 = 5^k,71$.

D'après toutes ces données, nous devons examiner quelles sont les réalités que nous présente la culture. D'après le prix trouvé pour la journée d'un homme moyen et son travail, qui consiste à déblayer $15^{m},31$ d'une terre à un homme :

	Froment.	Le blé étant à 27 f. les 100 kil.
Le déblai d'un mètre cube nous coûtera . .	$0^{k}38$	$0^{f}1064$
Dans une journée moyenne, sur un pareil sol, l'ouvrier bêche 200^{mq} à la profondeur de $0^{m},25$; ainsi pour 100 mètres carrés.	2,98	0,7695

Mais il y a des travaux qui exigent une force et une adresse particulières et ne peuvent pas être faits par tous les ouvriers ; on les paie un prix de monopole à ceux qui y sont habiles ; tels sont les suivants :

Faucher un hectare de blé en bon état. . . .	$34^{k}07$	$9^{f}2000$
Un bon ouvrier fauche 6300^{mq} de blé dans un jour ; sa journée lui vaut donc	21,46	5,7932
Elle se paie généralement 6 fr.		
On fauche un hectare de luzerne pour.	17,03	4,6000
La moisson à la faucille et le liage en gerbe d'un hectare de blé coûtent, selon l'état où se trouve le champ, de.	63,00	17,0000
à	79,25	21,4000

Si l'on entre bien dans toutes les considérations que nous avons exposées, on trouvera que la valeur réelle et intrinsèque du travail varie dans les différents temps et dans les différents lieux moins que l'on pourrait s'y attendre.

Ainsi nous avons trois comptes exacts du travail fait pour écobuer (peler et brûler) un hectare de terrain, le premier donné par le marquis de Tarbilly, en 1750, en Anjou ; le 2e par M. Rieffel, en 1840, en Bretagne ; le troisième résulte d'une opération que nous avons faite nous-même en Provence, en 1825.

	Prix du blé.	Prix de la journ. d'hom.	Prix payé par hectare.	Nombre de journées.	Froment par hectare.
Mis de Tarbilly.	$12^{f}18$	$0^{f}60$	$63^{f}55$	105,9	$396^{k}72$
M. Rieffel . . .	16,50	0,80	90,00	112,5	411,20
Nous.	22,00	1,75	120,00	68,5	426,80

La situation des temps et des lieux, les habitudes des populations qui modifient les dépenses autres que celles de la nourriture, expliquent les différences que présentent ces trois résultats et font comprendre dans quelles limites sont renfermées les modifications dans le taux des salaires.

CHAPITRE VI.

Du cheval.

Substituer le plus que l'on peut le travail des moteurs inanimés et des animaux à celui de l'homme dans tous les ouvrages qui exigent le développement exclusif de la force; lui réserver ceux où l'intelligence doit jouer un grand rôle, c'est l'affranchir de ce que la nécessité du travail présente de plus rebutant, le tirer de l'abrutissement où l'avait plongé la fonction d'agent exclusivement mécanique, et l'inviter à la culture de son esprit qui se trouve étouffé par la fatigue corporelle.

Cette transition ne s'opère pas sans douleur. Avant que les ouvriers, dépossédés de leur travail habituel par l'eau, la vapeur, les animaux, aient trouvé un nouvel emploi, il y a une période de gêne où ils regrettent la servitude dont on vient de les délivrer; mais l'expérience a bien prouvé que de nombreuses sources de travail ne tardent pas à s'ouvrir pour eux; que dans l'état actuel de la société européenne aucun bras ne demeure forcément oisif, si ce n'est dans ces grands centres d'obstruction où la population vient s'entasser aveuglément et sans mesure.

Sans remettre ici sous les yeux du lecteur les prodiges accomplis par la vapeur, nous parlerons seulement des effets de la substitution de la force des animaux à celle des hommes pour lui donner l'idée de l'importance qu'elle a eue et qu'elle peut

avoir encore. Supposons que l'agriculture employât uniquement la force humaine. D'après l'expérience de nos petits propriétaires et fermiers parcellaires, une famille composée comme nous l'avons indiqué plus haut, cultivant bien à bras 2 hectares et demi de terrain, il faudrait 14 millions de ménages ou 70 millions d'individus pour cultiver les 36 millions d'hectares soumis à la culture en France. Si nous supposions que les 28 millions de Français, qui habitent les communes au-dessous de 3,000 âmes, fussent consacrés à la culture, ce qui est excessif, ils ne cultiveraient complétement que 10,266,000 hectares, le tiers du territoire, ce qui conduirait à un assolement triennal avec deux années de jachères intermédiaires pour cultiver la totalité. Mais si nous admettons qu'un cheval remplace le travail de cinq hommes, nous verrons qu'il suffit d'ajouter à nos 28 millions de cultivateurs le travail de 5 millions de chevaux environ pour mettre le territoire français dans un état parfait de culture. Or la France ne possède qu'un peu plus de 4 millions de têtes de gros bétail (chevaux et bœufs de travail); le déficit d'un million se fait donc sentir par l'imperfection des travaux agricoles.

On conçoit aussi que le territoire pourrait être cultivé au moyen de 2 millions d'hommes ou l'équivalent de force en femmes et enfants pour les soins de détail, les hortolages, etc.; 2 millions d'hommes pour conduire les chevaux et 6,800,000 chevaux; ainsi 4 millions de cultivateurs, résultant de 2 millions de familles, dont une partie des membres seraient seulement occupés à la terre, pourraient pourvoir, au moyen d'une autre répartition de la propriété, à la subsistance de 36 millions d'individus.

La France se trouve en ce moment entre ces deux extrêmes d'une population très nombreuse, cultivant la terre sans bétail, et une population très rare dirigeant un nombreux bétail. C'est la situation la plus désirable pour sa force et pour son bon-

heur. La population trop nombreuse vivrait sous le poids d'un travail continu, inexorable, et serait forcée de renoncer aux dons de l'intelligence; une population trop rare la rendrait la proie des nations barbares : saura-t-elle se maintenir dans cet heureux équilibre? Il est permis d'en douter. Il est visible qu'elle penche vers l'accroissement excessif de sa population, qui entraîne, comme on le voit en Chine, le remplacement du travail des animaux par celui des hommes. Ce qui arrêtera quelque temps sur la pente, c'est le perfectionnement des moyens mécaniques qui mettra les grandes cultures au niveau des cultures à bras pour la perfection de l'exécution; c'est l'usage plus abondant des engrais qui compensera l'économie de temps et de moyens que le petit cultivateur sait si bien faire à son profit; c'est l'accroissement de capitaux sur les grandes et moyennes propriétées qui existent encore, moyens qui peuvent seuls balancer la tendance à la division ultérieure du territoire.

SECTION Ire. — *Force musculaire du cheval.*

Les chevaux varient beaucoup entre eux de taille, de masse, de forme, depuis les poneys des îles Schetland jusqu'aux chevaux flamands; ainsi on voit des chevaux qui ont 1 mètre de hauteur au garot, et des chevaux de $1^{m},780$, et même au delà. Ces derniers sont ordinairement destinés à faire les transports pesants dans les villes (chevaux de brasseurs, de factage, de diligence, etc.); les premiers ne sont utilement employés que dans leur pays natal, dont ils ne sortent que pour fournir à de jeunes enfants une monture proportionnée à leur âge. La taille se mesure au moyen d'une potence appuyant à terre et dont une branche mobile vient porter sur le garot du cheval.

Le poids des chevaux varie aussi beaucoup et dépend de

leur forme et de leur taille. On en trouve de 80 à 600 kilogr. Ces poids sont entre eux, à peu près, comme le carré de la largeur du poitrail, prise d'une pointe de l'épaule à l'autre. Ainsi, le cheval de $1^m,628$ de taille ayant un poitrail de $0^m,444$ de largeur et pesant 500 kilogr., le cheval de $1^m,50$, qui a un poitrail de $0^m,409$, pèsera 424 kilogr., la largeur du poitrail bien conformé étant au moins de $0^m,27$ de sa taille.

Les différents essais que l'on a faits pour s'assurer de la force statique du cheval, de celle qu'il déploierait pour soutenir un poids sans parcourir aucune distance, ont indiqué que dans les races de chevaux de trait l'effort ne s'éloignait pas du poids de l'animal lui-même. Christian la fixait à 360 kilogr.; Tredgold à 400 kilogr. : ces essais étaient généralement faits avec des chevaux moyens.

Des essais nombreux que nous avons pu faire dans un régiment de cavalerie, sur la vitesse moyenne, par seconde, du cheval non chargé, nous ont montré que cette vitesse était aux différentes allures :

	Partie de la hauteur du cheval prise pour unité.	Cavalerie légère. Taille 1m,477.	Dragons. Taille 1m,500.	Grosse cavalerie. Taille 1m,550.	Carrossiers. Taille 1m,620
		mèt.	mèt.	mèt.	mèt.
Petit pas...	0,833	1,230	1,249	1,274	1,349
Pas allongé.	1,033	1,526	1,549	1,580	1,673
Petit trot..	1,600	2,363	2,400	2,448	2,592
Grand trot.	2,433	3,493	3,649	3,722	3,911

Le cheval, traînant un lourd fardeau, ralentit son pas jusqu'à ne plus faire que $0^m,40$ par seconde; on est parvenu à faire parcourir au cheval de course jusqu'à $16^m,7$ par seconde, sur une petite longueur; c'est 1,000 mètres par minute.

La durée d'action des chevaux est différente selon leurs allures. Un cheval au pas, marchera pendant dix heures par jour; un cheval, au grand trot, ne pourra faire qu'une course de trois à quatre heures; un cheval, lancé à toute sa vitesse, sera épuisé en une demi-heure ou trois quarts d'heure.

Faute d'énoncer la taille et le poids des chevaux employés, toutes les expériences que l'on a données ne nous fournissent aucune donnée positive. Ainsi, Coulomb nous indique un tirage uniforme de 45 kilogr. à 40 kilom. de distance pour la journée du cheval, ou 1,800,000^{km}. M. Dupin[1] nous dit que « des chevaux, attelés à une charrue et exerçant un tirage de 72 kilogr., parcouraient dans la journée un espace de 26 kilom.; » ce qui nous donnerait 1,872,000^{km} pour leur action journalière. D'après le même auteur, on estime en Angleterre qu'un cheval qui travaille huit heures, parcourt 4 kilom. par heure, avec un effort de 90 kilogr., ce qui nous donnerait 2,880,000^{km}, ou 97^{km},9 par seconde. Selon M. Hachette[2], dans un manége établi au-dessus d'une carrière à plâtre de Paris, le cheval, exerçant un effort de 100 kilogr., parcourait 16 kilom. en un jour, ou 0^{m},56 par seconde; ce qui nous donne une action journalière de 1,600,000^{km}. D'après M. Minard[4], le cheval, soumis aux expériences à Rochefort, déployait pendant neuf heures et demie de travail une force de 40 kilogr. avec une vitesse de 0^{m},933 par seconde, et, par conséquent, par jour, 1,219,344^{km}. M. Navier estimait, par une moyenne générale, qu'un cheval qui travaillait habituellement au manége, marchait avec une vitesse de 0^{m},90 par seconde, en produisant un effort de 45 kilogr., ce qui nous donnait 39^{km},5 par seconde et par journée de huit heures, 113,760,000^{km}. Nous ne serons plus étonné de toutes ces divergences quand nous saurons que dans aucune de ces expériences on n'a tenu compte de la nature du cheval employé, et que le plus souvent elles ont été faites sur des animaux de rebut, condamnés à tourner le manége, après avoir été réformés pour tous les autres travaux.

(1) *Mécanique industrielle*, t. III, p. 159.
(2) *Traité des machines*, p. 51.
(3) *Annales des ponts et chaussées*, 1832, p. 143.

Dès lors il nous sembla impossible de mettre d'accord tant d'assertions diverses, et nous avons dû chercher des éléments mieux connus.

1° Des chevaux d'un poids moyen de 320 kilogr. ont travaillé à la charrue à différentes reprises de mars à septembre; la longueur du chemin parcouru a été mesurée, ainsi que l'effort moyen exercé, en employant le dynamomètre de M. Amédée Durand. La longueur des sillons ouverts par journée de dix heures a été de 16,495 mètres; les chevaux marchaient donc avec une vitesse de $0^{m},46$, et ils faisaient un effort moyen de 98 kilogr., ce qui donne un travail mécanique de 45^{km} par seconde.

2° Des labours d'ensemencement ont été opérés en moins grand nombre, mais observés avec soin, par des mules d'un poids moyen de 340 kilogr.; ces labours, bien moins rudes que les précédents, permettaient de donner un pas plus accéléré aux animaux; ils avaient une vitesse de $0^{m},95$ par seconde et produisaient un effort de 53 kilogr.; le travail mécanique était de $50^{km},35$.

3° Une charrette à un cheval, pesant avec son chargement 1,440 kilogr., a été employée pendant plusieurs jours à des charrois sur une route à bon empierrement; le cheval pesait 360 kilogr., il marchait avec une vitesse de $1^{m}.19$ par seconde et produisait un effort de 45 kilogr.; son travail mécanique était de $53^{km},55$.

4° Un cheval pesant 320 kilogr. a été employé à tourner une noria pendant tout un été; il marchait avec une vitesse de $1^{m},20$ en faisant un effort de 40 kilogr., et produisait un travail mécanique de 48^{km}.

Si nous appliquions la formule d'Euler à ces quatre expériences, nous trouverions[1] :

1) *Voyez* ci-dessus, page 41.

	4/9 de la force statique.	1/3 de la vitesse normale.	Travail mécanique calculé.	Travail expérimental.	Excès du travail calculé.
			km.	km.	
1°. . .	142,0	0,416	59,07	45,00	+14,07
2°. . .	133,3	0,416	61,31	50,35	+10,96
3°. . .	160,0	0,425	68,00	53,55	+14,45
4°. . .	142,0	0,416	59,07	48,00	+11,07

La formule nous donne un travail mécanique supérieur à l'effet obtenu ; elle nous prescrit des vitesses minimum avec des efforts considérables ; nous voyons les différences rester à peu près les mêmes, soit que nous employions une vitesse plus grande avec un moindre effort, soit une vitesse plus petite avec un plus grand effort ; ce qui est très heureux, car il est des travaux qui exigent de la célérité. Ainsi, pour la noria, les godets les mieux faits laissent perdre une partie de l'eau, et plus le temps de leur ascension est long, plus cette perte est considérable ; pour les travaux peu rudes, comme ceux de l'ensemencement, on n'obtiendrait pas une charge suffisante pour le cheval avec un instrument léger, si on n'y suppléait par une plus grande vitesse. On voit donc que sans s'arrêter aux deux facteurs donnés par la formule d'Euler on peut compter sur les résultats que donne leur produit à quelques kilogrammètres près, et qu'ainsi on peut l'employer dans la pratique sans craindre de trop grandes erreurs. On aura donc approximativement le travail mécanique que l'on peut attendre du cheval en multipliant les quatre neuvièmes de son poids par le tiers de sa vitesse normale et en retranchant environ le cinquième du résultat ; et l'on aura le travail mécanique total de l'année en multipliant le chiffre obtenu par le nombre de journées utilement employées.

Section II. — *Emploi du cheval comme animal de bât.*

La forme des quadrupèdes, la structure de leurs extrémités qui ne permet pas de les faire agir séparément du reste du

corps, a indiqué trois moyens différents de s'en servir : 1° le meilleur et le plus énergique, c'est celui qui consiste à les faire tirer par les épaules et leur avant-train ; c'est celui que nous avons examiné dans l'article précédent ; 2° leur faire porter des fardeaux sur le dos ; 3° se servir de leur poids pour faire contre-poids à des fardeaux. Nous allons examiner ces deux derniers modes d'emploi.

Les chevaux de cavalerie chargés de leur cavalier, de son équipement et de ses armes, portent 100 kilogr. par jour pendant sept à huit heures de temps. Ils peuvent continuer ainsi un long voyage sans se fatiguer. L'effort utile est celui de 4,000 kilogr. transportés à 1 kilomètre.

On cite des efforts prodigieux faits par des chevaux de race orientale. M. Gamba[1] raconte que Feth-Ali-Scha étant à Téhéran, pressé de se rendre à Schyraz, fit le trajet, qui est de 384 kilomètres, dans l'espace de vingt-quatre heures, monté sur le même cheval, portant le poids du maître et de son équipage qui était de 90 kilogr.; ce qui équivalait à 34,560 kilogr. transportés à la distance d'un kilomètre. Un animal ne fait pas deux fois dans sa vie des efforts pareils et il en reste toujours épuisé.

Les chevaux de bât ne font que des journées de 28 kilomètres avec une charge de 150 kilogr., environ la moitié de leur poids. Les muletiers ont compris qu'ils obtenaient un maximum de travail en réduisant la vitesse et augmentant la charge; ils obtiennent ainsi un effort utile de 4,200 kilogr. transportés à un kilomètre dans la journée.

Nous avons vu que le cheval attelé à un véhicule avait transporté 1,440 kilogr. avec une vitesse de $1^{m},19$ qui, en dix heures de travail, nous auraient donné 43 kilomètres de parcours. Mais en retranchant le poids de la voiture, il ne restait de poids utile que 940 kilogr., ce qui ne donnerait également

(1) *Voyage dans la Russie méridionale*, t. II, p. 309.

que 4,042 kilogr. transportés à la distance d'un kilomètre. Mais il est évident que l'animal s'use moins vite, qu'il fait usage de ses forces d'une manière plus commode, quand il est attelé à une charrette que quand il porte un poids considérable; aussi l'usage du bât est-il abandonné partout où l'on trouve des routes bien entretenues. La forme concave du dos du cheval, la flexibilité de ses ligaments, le rendent d'ailleurs bien moins propre que l'âne et le mulet à ce genre de service.

SECTION III. — *Cheval agissant par son propre poids.*

On peut employer le poids du cheval en le mettant dans l'intérieur d'une roue qu'il fait tourner en marchant. Mais la vivacité de cet animal, son impatience, font généralement préférer l'âne ou le bœuf pour cet emploi, qui est d'ailleurs fort rare. Dans cette action l'animal ne pèse jamais que par la moitié de son poids *environ* sur la roue; l'autre moitié, portant sur le train postérieur, appuie contre la partie de la roue qui est à son point le plus bas; son travail mécanique sera donc *à peu près* la moitié du poids multiplié par la vitesse; cette vitesse est peu considérable, au plus de $0^m,60$ par seconde. Ainsi un cheval de 320 kilogr. ferait un travail mécanique de $160 \times 0,60 = 96^{km}$; mais il n'élévérait ce poids qu'à peine à la moitié de la longueur de son pas, à cause du grand rayon que l'on est obligé de donner à la roue pour que l'animal ne s'y trouve pas gêné; on obtient donc seulement un travail mécanique de $160 \times 0,30 = 48^{km},00$, comme pour le cheval tournant une noria.

Si l'on voulait employer le cheval pour servir de contrepoids dans une machine à bascule, le cheval, qui remonterait la pente, pourrait s'élever à $0^m,17$ par seconde; si la hauteur n'était pas considérable, la répétition de la manœuvre ferait perdre beaucoup de temps; mais s'il était question d'une hau-

teur considérable, 30 mètres par exemple, nous aurions pour la descente quatre à cinq secondes, pour remonter 176 secondes, total 180 secondes, qui procureraient un travail mécanique de 320 kilogr. à la hauteur de 30 mètres, ou 9,600 kilogr. à la hauteur d'un mètre, et par seconde 53^{km},33. Ce résultat s'éloigne peu de ceux obtenus par les autres emplois de l'animal ; mais il serait possible que l'effort utile fût plus considérable à cause de la simplicité de la machine qui occasionnerait peu de perte de force.

SECTION IV. — *Moyen de disposer du travail des animaux.*

Le prix du travail des animaux n'est pas influencé, comme celui du travail de l'homme, par des causes morales qui le font hausser ou baisser, selon une foule de circonstances qui en sont indépendantes. Il s'agit de produire, élever ou acheter l'animal, ou bien de louer ses services à son maître. N'est-il pas douloureux de penser que telles sont encore les conditions auxquelles on se procure le travail de l'esclave, homme ravalé par l'homme au rang de la brute?

Ce que coûte en définitive l'élève du cheval doit être approximativement représenté par son prix de vente, si l'on en juge par le peu d'extension que prend cette spéculation. Nous n'entrerons donc pas ici dans la discussion des prix de revient dont les éléments sont toujours si contestables, et nous prendrons pour point de départ le prix marchand des chevaux. Malheureusement pour l'agriculture, ce prix est beaucoup plus élevé en France que dans les pays environnants qui nous les fournissent en payant même un droit d'entrée élevé. L'extension des irrigations, qui amenera le bon marché des fourrages, est le moyen le plus efficace pour faire disparaître cette pesante charge.

En suivant de près les transactions qui ont lieu sur le mar-

ché aux chevaux destiné à pourvoir la classe agricole (nous mettons les chevaux de luxe en dehors de tous nos raisonnements), on s'aperçoit que ce que les acheteurs recherchent et paient, c'est la taille accompagnée d'un développement convenable du corps. Nous avons vu que cette taille était en effet, toutes choses égales d'ailleurs, un indice de la force. Nous nous sommes longtemps appliqué à chercher la proportion du prix à la taille dans les chevaux bien conformés, et de la série de nos observations nous avons formé une courbe dans laquelle les différentes tailles forment les abscisses, et le prix payé les ordonnées. Il en est résulté une parabole de deuxième degré représentée par la formule que nous allons indiquer. Nous appelons x le prix cherché, y la taille du cheval en millimètres. Nous sommes parti de la base qu'un cheval carrossier de la taille de $1^{m},628$ avait une valeur de 1,200 fr. ou 4,444 kilogr. de blé dans un pays où le prix moyen du blé est de 27 fr. les 100 kilogr. Ainsi quand la valeur de ce type sera plus grande ou moindre, il faudra faire subir aux résultats obtenus une modification proportionnelle. Notre formule est la suivante :

$$x = 14014 - 21,785\,y + \frac{y^2}{117}$$

Soit un cheval de la taille de $1^{m},500$ ($1^{m},50$) dont nous voulons connaître la valeur relative, nous aurons :

$$x = 14014 - 21,785 \times 1500 + \frac{2250000}{117} = 568 \text{ fr.}$$

Le prix du cheval de $1^{m},50$ serait donc de 568 francs, comparé au type carrossier de $1^{m},628$ de hauteur, valant 1,200 fr., mais en supposant que les autres conditions d'âge, de conformation, de santé fussent les mêmes. Or, c'est le plus souvent ces conditions qu'il s'agit d'apprécier pour fixer le prix réel d'un cheval. On voit donc que le prix relatif à la taille est loin de suffire ; mais pour suivre toutes les modifications qu'il

subit dans tous ces détails, il faudrait avoir classé un tel nombre de transactions que l'on ne peut espérer de les obtenir; d'ailleurs l'opinion influe aussi sur ces prix de vente : ainsi certaines robes sont préférées, certaines marques sont proscrites, etc.

En continuant à observer ce qui se passe sur les marchés, nous remarquons qu'avant tout examen de détail ce qui décide les cultivateurs à marchander un cheval, c'est la bonne proportion du poitrail qui, en effet, entraîne une multitude d'autres qualités, comme une respiration facile, une forte pesée sur le collier, un poids considérable. Nous voyons constamment que l'on n'accepte qu'avec une réduction proportionnelle de prix tout cheval dont le poitrail, pris d'une pointe de l'épaule à l'autre, n'a pas au moins les 0,27 de sa taille, et que l'hésitation ne cesse que quand il surpasse les 0,32.

Une autre qualité à laquelle les acheteurs semblent tenir beaucoup, c'est que la largeur de la croupe soit proportionnée à celle du poitrail, que le cheval ne soit pas pointu, conformé comme un mulet. Il faut pour cela qu'il y ait plus de largeur entre les pointes des hanches qu'entre les pointes des épaules, que le poitrail étant 100, la croupe ait 126 au moins de largeur. Enfin les acheteurs tiennent beaucoup à ce que le cheval ne soit pas trop haut sur jambes, et qu'ainsi la distance du sol à l'articulation du bras et de l'avant-bras n'excède pas les 0,88 de la taille de l'animal et soit au-dessous de cette quantité.

Le prix une fois déterminé, il faut connaître aussi la durée probable de l'animal, pour évaluer l'aliquote de ce prix qui représente son service annuel.

Les probabilités de vie du cheval doivent se rechercher dans différentes situations, au moyen des tables de mortalité aussi exactes que les registres de l'état civil. Elles varient selon la race, l'âge et l'emploi de l'animal. Le général Carrelet, alors colonel de la garde municipale de Paris, nous a indiqué le

terme de dix ans pour la durée des chevaux normands, et celui de sept ans pour celle des chevaux allemands dans ce service. Ainsi une remonte de chevaux de cinq ans exigera un renouvellement d'un dixième pour la première, et d'un septième pour la seconde de ces races. Les premières années de la vie sont sujettes à de beaucoup plus grandes chances. Les chevaux des races du nord éprouvent une crise humorale que l'on appelle *gourme* et qui fait beaucoup de victimes. Les races des régions méridionales, à partir de celle des oliviers, y sont peu sujettes. La grande mortalité du jeune âge, dans les races du nord, est bien manifestée par celle de notre cavalerie, qui reçoit des chevaux de trois ans et demi à quatre ans. M. Daure accuse une mortalité d'un cheval sur trois pendant les six premiers mois de l'arrivée dans les régiments[1]. La cavalerie française a perdu 23, 9 p. 100 de 1839 à 1841. La gendarmerie n'éprouve qu'une mortalité de 9 p. 100, et la garde municipale de Paris de 6 p. 100. Nous avons déjà émis l'opinion, dans laquelle nous persistons, qu'il suffirait pour nos races françaises de renouveler par douzième les chevaux de notre agriculture, et que ce que l'on retirerait de la vente des vieux animaux, compenserait la perte que l'on pourrait faire par les morts imprévues[2]. Ce serait donc 8, 33 p. 100 du prix du cheval à imputer pour le renouvellement. Ce chiffre est intermédiaire entre ceux de la gendarmerie et de la garde municipale.

SECTION VI. — *Nourriture du cheval.*

La nature des aliments présentés à un animal varie selon les ressources de chaque pays et le prix de chaque denrée qui pourrait servir à la nutrition, mais il faut qu'il y trouve en

(1) *De l'industrie chevaline*, p. 208.
(2) *Mémoires*, t. I, p. 398.

quantité suffisante les éléments de la reproduction de tissus (éléments azotés) et ceux de la respiration (éléments carbonés). Il faut, de plus, que le volume de la nourriture soit tel que l'animal ait le temps de consommer sa ration et, pour le cheval en particulier, ce temps est limité par la durée des repos entre les reprises du travail. C'est ce qui fait que dans les travaux pressés, où les intervalles du repos sont moins longs, on substitue l'avoine ou l'orge à une partie de la ration de foin, parce que ces graines contiennent une plus grande proportion de substances nutritives sous le même volume.

Nous avons vu plus haut que la ration d'entretien des animaux, telle qu'elle a été définie, pouvait être fixée à un soixantième de leur poids en bon foin ou son équivalent[1]. Il nous reste à trouver la ration qui représente le travail.

Les données de ce problème nous paraissent être la ration des chevaux de troupe qui font peu d'exercice, et qui, même dans leurs plus longs repos, s'entretiennent sans engraisser. Ces chevaux, d'un poids moyen de 400 kilogr. (chevaux de cavalerie de ligne), reçoivent l'équivalent de $10^k,42$ de foin contient $0^k,12$ d'azote, ou pour 100 kilogr. de poids $2^k,6$ de foin, et $0^k,03$ d'azote.

Les chevaux de ferme de M. Boussingault, du poids moyen de 486 kilogr., reçoivent l'équivalent de 15 kilogr. de foin, ou $3^k,08$ de foin, et $0^k,035$ d'azote p. 100 de leur poids. C'est aussi 3 kilogr. de foin que nous donnons à nos chevaux dans le midi par chaque 100 kilogr. de leur poids. Dans l'hiver, quand ils ne travaillent pas, nos fermiers entretiennent avec 10 kilogr. de paille et 4 kilogr. de foin, ou $8^k,31$ de foin, des animaux de 360 kilogr. pesant; ce qui nous donne

(1) Nous appelons *bon foin* celui qui contient 1,15 p. 100 d'azote. Certains foins en contiennent une plus grande quantité; on en trouve qui en contiennent 2 p. 100 en plus. C'est en raison de leur richesse en azote que les rations doivent être calculées.

$2^k,31$ et 0,026 d'azote. Leur ration d'entretien n'aurait été que de 6 kilogr. La différence de la ration d'entretien à la ration complète serait donc de 9 kilogr., représentan tle travail fait par les animaux.

Nous avons vu que le travail mécanique de nos chevaux de ferme peut être apprécié à 45^{km} par seconde ou $1,620,000^{km}$ par journée de dix heures; mais sur 180 jours, de mars en septembre, ils n'ont travaillé que 142 jours, ce qui réduit ce travail à $1,218,000^{km}$ par jour. Ainsi 1000^{km} de travail seraient produits par

$$0^k,00737 \text{ de foin } \left(\frac{9^k00}{1218}\right)$$

Ainsi, un cheval de 400 kilogr. de poids faisant $1,218,000^{km}$ par jour moyen, devra recevoir l'équivalent de :

Pour 400 de poids, ration d'entretien. .	9^k66 de foin.
Pour 1218 milliers de km.	9,00

Mais cette nourriture peut être composée d'équivalents différents, qui tout en fournissant aux animaux la même quantité d'aliments de nutrition auraient des prix fort différents aussi. Ainsi, par exemple, la ration dont il vient d'être question et qui vaudrait $1^f,046$ pourrait être représentée par $8^k,76$ de froment, dont le prix (22 fr. les 100 kilogr.) serait de $1^f,93$, ce qui donnerait pour 100 kilogr. du poids de l'animal $2^k,19$ de froment valant $0^f,48$. Pour mieux éclairer la question, nous allons évaluer au prix de marché actuel les différentes rations expérimentées par notre savant confrère M. Boussingault, en les réduisant à 100 kilogr. du poids de l'animal.

Les prix des denrées à Paris (décembre 1844) sont les suivants :

Foin.	0^f070 le kilogr.
Paille.	0,055
Avoine	0,148
Seigle.	0,182
Pommes de terre	0,0267

Ration ordinaire pour 100 kilogr. du poids de l'animal :

			Pour un cheval du poids de 500 kil.
Foin	2k058	0f144	
Paille	0,514	0,028	
Avoine	0,678	0,100	
		0,272	1f360
1re EXPÉRIENCE.			
Foin	1k000	0f070	
Paille	0,500	0,027	
Avoine	0,651	0,096	
Pommes de terre	2,772	0,074	
		0f267	1f335
2e EXPÉRIENCE.			
Foin	2k274	0f159	
Pommes de terre	2,745	0,073	
		0f232	1f160
3e EXPÉRIENCE[1].			
Foin	0k984	0f069	
Paille	0.984	0,054	
Avoine	1,071	0,158	
		0f281	1f405
4e EXPÉRIENCE.			
Foin	0k984	0f069	
Paille	0,492	0,027	
Avoine	0,649	0,096	
Pommes de terre	2,950	0,079	
		0f271	1f355

Ces résultats suffisent pour montrer les limites dans lesquelles peut varier le prix de la nourriture, en substituant les uns aux autres les équivalents présentant les mêmes éléments de nutrition, selon la hausse ou la baisse de la valeur de ces équivalents. M. Dailly, maître de poste à Paris, avait trouvé, pendant un temps, de l'avantage à nourrir ses chevaux avec du pain de seigle, parce que le prix relatif de ce grain était tombé au-

(1) La 2e expérience a été faite avec des topinambours dont on ne peut assigner la valeur ; elle consisterait à substituer en quantité égale le topinambour à la pomme de terre.

dessous du prix du foin et de l'avoine. On voit que cette nourriture, dans les circonstances où nous nous trouvons au moment où ceci est écrit, serait, si elle était convertie en froment, de $0^f,448$ pour chaque quintal du poids de l'animal, et que pour la pomme de terre, plus elle entre pour une forte part dans la ration et plus elle diminue sa valeur, au point de s'abaisser à 0,232. On peut donc, en suivant ces variations, obtenir des économies considérables; mais en considérant le prix relatif habituel des denrées en France, nous voyons que l'on peut regarder la ration ordinaire des chevaux de ferme de 400^k comme ayant la même valeur que $5^k,10$ de froment, au prix moyen du foin et du blé dans le nord, et celle de $3^k,9$ dans le midi; ou par quintal du poids de l'animal $1^k,275$ dans le nord et $0^k,975$ dans le midi. Nous prétendons qu'il soit possible de substituer ces quantités de froment à toute autre nourriture. Le blé ne possède pas des propriétés nutritives aussi différentes d'un pays à l'autre; notre but est seulement ici d'arriver à une unité commune pour pouvoir comparer le prix des différentes forces.

Le loyer des écuries les mieux construites ne peut pas s'évaluer à plus de 557^k de froment par cheval; les frais de garde et de pansage se confondent avec les frais de culture, mais ne prennent pas une heure par jour; c'est la onzième heure des valets de ferme qui ont travaillé dix heures dans les champs. Chaque homme pouvant soigner quatre chevaux, c'est $\frac{0^k,71}{4}$ de froment qui représente cette partie de son travail, et pour les 365 jours de l'année 64 kilogr. de froment. Les frais de vétérinaire et de ferrure se portent en moyenne à $54^k,6$ de froment.

L'usure et le renouvellement des harnais, voitures, outils, etc., varient beaucoup selon le plus ou moins de luxe que l'on y met et selon les soins que l'on y apporte. Dans la plupart des fermes on ne peut pas l'estimer à moins de 78^k de froment par cheval.

SECTION VII. — *Prix du travail du cheval.*

Le prix du travail du cheval se compose de termes constants et de termes variables, selon la taille, la race et la destination. Les termes constants sont le logement, les soins, la ferrure, l'usure des harnais ; les termes variables sont le prix d'achat, le renouvellement du capital et la nourriture. Le cheval donne, en échange, son travail et l'engrais qui résulte de la digestion de ses aliments. Pour nous faire une juste idée du prix de ce travail, examinons ce qui se passerait dans trois degrés de l'échelle sur des chevaux de la taille de 1m,620, 1m,500 et 1m,230.

CHEVAL DE 1m,620 DE TAILLE.

ÉLÉMENTS DE CALCUL.

Poids du cheval,		500 k.
Vitesse au pas par seconde.		1m,620
Trav. méc.	par seconde	95km,9
	par jour	2762 tm [1].
	pour 262 jours de travail	723644 tm.

Il est rare dans les fermes que le travail conserve cette intensité pendant toute l'année ; ce chiffre est donc un maximum qui ne serait atteint qu'avec un ordre parfait dans la distribution des travaux.

	En blé.	En argent.
Prix d'achat du cheval.	4535 kil.	1200 fr.
Nourriture pour 500 kil. de poids.		
La ration d'entretien 1/60 du poids	8k33 de foin	
P. 2277 tm. à 0k,0037 de foin.	14,62	

Par 100 tm . . . . 22k,95 de foin, qui, au prix relatif du foin et du blé, en supposant les 100 kil. de blé à 28 fr. (24 fr. l'hectolitre) et les 100 kil. de foin à 6 fr., nous donneront pour équivalent de valeur (et non d'effet nutritif) 4k,92 de froment ; pour 365 jours c'est 1837 k. de foin valant 1796 kil. de blé.

Cette quantité de nourriture donnée en foin serait excessive ; aussi pour les chevaux de grande taille la plus grande partie est donnée en grains ; nous avons observé que ceux qui étaient soumis à un travail aussi fort et aussi constant étaient rationnés de 13 kil. de foin et de 8 kil. d'avoine, ce qui revient bien à la ration indiquée ci-dessus. Cette observation faite une fois pour toutes, nous ne la reproduirons pas dans les autres comptes.

Quant aux engrais, nous évaluerons la quantité d'azote produit par la digestion du fourrage consommé. Cette quantité,

(1) Nous exprimerons le millier de kilogrammètres par ce signe : TM, tonneaumètre.

selon M. Boussingault[1], est pour le cheval les 0,83 de celui contenu dans le fourrage. Nous en établissons la valeur sur celle qui ressort du prix des engrais, en supposant que les 100^{k} de fumier des auberges du midi se vendent 1^{f},30 et les 100^{k} du fumier de ferme 0^{f},65; le prix de l'azote est alors de 1^{f},60 le kilogr. Voici maintenant le compte du cheval de 1^{m},620 de taille.

DOIT.

	Blé. kil.	Argent. fr.	
Intérêt à 5 p. 100 de son prix d'achat.	216,65	60,00	640,04
Renouv. à 8,33 p. 100.	300,93	99,96	
Nourriture.	1706,00	184,92	
Écurie de 557 kil. de blé à 8 p. 100.	44,00	12,32	67,52
Soins	64,00	17,92	
Ferrure et vétérin.	54,60	15,28	
Harnais et instrum.	78,00	22,00	
	2614,18	712,40	

AVOIR.

	Blé. kil.	Argent. fr.
79,94 d'azote.	473,72	127,90
723614 tm. de travail.	2140,46	584,50
	2614,12	712,40

	kil.		fr.
Les tonneaumètres coûtent.	0,000,29	de blé ou	0,00078
La journée moyenne (365 jours par an) coûte.	5,87	de blé ou	1,58
La journée de travail (262 jours par an) coûte	8,16	de blé ou	2,20

CHEVAL DE LA TAILLE DE 1^{m},500.

ÉLÉMENTS DU CALCUL.

Poids du cheval.	416 kil.
Vitesse par seconde au pas.	1m,249
Trav. méc. par seconde.	61k,6
Trav. méc. par jour.	1774 tm.
Trav. méc. par an (262 j.).	464809 tm.

Prix d'achat du cheval.	568 fr.
Nourr. pour 416 k. de poids	6k93 de foin.
Pour 1275 tm.	9k,10
	15,03

Et pour 365 jours 5486 kil. de foin rapportés au prix relatif du blé par 1175 k. de blé.

DOIT.

	Blé. kil.	Argent. fr.	
Intérêt à 5 p. 100 du prix d'achat.	100,40	28,40	417,41
Renouv. à 8,33 p. 100.	167,26	47,31	
Nourriture	1175,00	317,25	
Logement.	44,00	12,32	67,60
Soins	64,00	17,92	
Ferrure et vétérin.	54,60	15,28	
Harnais et instrum.	78,00	22,00	
	1682,60	460,48	

AVOIR.

	Blé. kil.	Argent. fr.
47,8 d'azote contenus dans la digestion produite par la nourrit.	283,00	76,48
Solde, pour 473163 tm. de travail.	1399,60	384,00
	1682,60	460,48

	kil.		fr.
Les tonneaumètres coûtent.	0,0029	de blé ou	0,00078
La journée moyenne (365 jours par an) coûte.	2,83	de blé ou	1,03
La journée de travail (262 jours par an) coûte.	5,53	de blé ou	1,14

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 355.

CHEVAL CORSE DE LA TAILLE DE $1^{m},230$.

ÉLÉMENTS DU CALCUL.

Poids du cheval........		279 kil.
Vitesse du cheval au pas...		1m.025
Trav. méc.	par seconde...	80k,45
	par jour.....	877 tm.
	pour 262 jours.	225017 tm.

Prix d'achat....	140 fr.
Nourrit de 279 k. de poids.	4k65 de foin.
Pour 616 tm.........	4,44
	9,09

Et pour 365 jours 2418 kil. de foin représentant, au prix relatif du blé, 5171 kil. de blé.

DOIT.

	Blé. kil.	Argent. fr.	
Prix d'achat, intérêt à 5 p. 100......	26,60	7,45	264,08
Renouv. à 8,33 p. 100.	44,40	12,43	
Nourriture.......	517,00	139,50	
Ecurie.........	44,00	12,32	67,60
Soins..........	64,00	17,92	
Ferrure et vétérinaire	54,60	15,28	
Harnais et voitures..	78,00	22,00	
	828,60	206,99	

AVOIR.

	Blé. kil.	Argent. fr.
Fumier pour 25k,4 d'azote contenus dans les digestions produites par 2418 kil. de foin....	150,40	40,60
Solde pour 225047 tm. de travail........	668,20	186,35
	818,60	226,99

	kil.		fr.
Les tonneaumètres coûtent..............	0,0030	de blé ou	0,0008
La journée moyenne (365 jours par an) coûte...	1,83	de blé ou	0,49
La journée de travail (262 jours par an) coûte...	2,55	de blé ou	0,69

Dans les grandes tailles, les éléments constants du calcul affectent peu le résultat, mais ils en forment une partie de plus en plus considérable à mesure que la taille s'abaisse et renchérissent le travail.

Nous venons de voir que les chevaux produisent les 1,000 kilogrammètres par environ $0^{f},0008$. Le travail d'un ouvrier qui fait $7^{km},5$ par seconde et $216,000^{km}$ par jour au prix moyen de 1 fr. 61 c. ou de $0^{f},0074$ par TM^{m}, ce travail est donc 10 fois plus coûteux que celui du cheval. C'est que l'homme n'est pas fait pour produire de la force; c'est de l'adresse et de l'intelligence qu'il faut lui demander.

Il y a des pays où la nourriture de l'animal est gratuite, comme dans les steppes; mais il met tant de temps à se la procurer qu'il est rarement disponible et qu'il a ordinairement peu de forces. D'autres fois, la nourriture est abondante dans de riches pâturages qui sont aussi gratuits; mais c'est dans des

pays peu peuplés, éloignés des communications et où les prix de transport grèvent les produits, quelquefois autant que le ferait une nourriture payée. Dans ces pays d'ailleurs on s'occupe plus à produire de la chair, de la laine et des peaux que du travail agricole.

CHAPITRE VII.

Du mulet et de l'âne.

Nous avons souvent comparé la force du mulet à celle des chevaux de même taille. Elle est beaucoup plus grande que celle du cheval quand il s'agit de porter des fardeaux. Le cheval transporte dans la journée le tiers de son poids environ à 46 kilom. de distance, et la moitié à la distance de 28 kilom.; le mulet et l'âne bien entretenus portent un quart en sus de cette quantité, ou 0,64 de leur poids. La conformation convexe de leur épine dorsale permet à ces animaux de supporter de grands fardeaux comme sur une espèce de voûte, tandis que le dos concave du cheval fléchirait sous la même charge.

Quant au tirage, le mulet n'est pas susceptible de ces vigoureux efforts du cheval, de ces efforts qui surmontent un obstacle, retirent une voiture d'un mauvais pas, rompent une racine qui se met en travers d'une charrue, de ces efforts qui ne durent qu'un moment, mais qui demandent une grande énergie. L'allure du mulet est plus égale, plus constante, et si elle est moins vive que celle du cheval, elle peut se prolonger plus longtemps. La force moyenne de tirage est la même proportionnellement à la masse, mais on remarque dans les essais dynamométriques que les extrêmes sont moins éloignés de la moyenne. Le mulet n'exige pas une nourriture aussi choisie que le cheval. Il semble que ses organes digestifs, comme ceux de l'âne, soient plus puissants et plus propres à dis-

soudre et à digérer les substances dont ils se nourrissent. Cette propriété se manifeste de deux manières. 1° Les convois des mulets de bât ont ordinairement à leur tête un cheval qui sert de conducteur, parce que, moins capricieux et plus hardi qu'eux, il passe les obstacles sans hésiter. Ce cheval, quoique mieux pansé, mieux nourri, recevant de l'avoine, dont les mulets goûtent rarement, ne tient pas à la fatigue, et on est obligé de le renouveler souvent pendant la durée d'un mulet. 2° Le fumier des mulets et des ânes est inférieur à celui des chevaux, même quand ils reçoivent la même nourriture; il contient une moins grande proportion d'azote.

Ils sont moins sujets aux maladies que les chevaux; leur durée, dans le travail des fermes, est plus longue; ainsi, au lieu de douze ans de durée moyenne des chevaux, on peut porter à quinze celle des mulets et des ânes. Nous en connaissons qui sont depuis vingt ans dans la même ferme et qui font encore bien leur ouvrage.

Enfin ils supportent mieux la chaleur que le cheval, et sont par conséquent plus aptes au travail dans les pays chauds. On sait que l'Espagne, les colonies du tropique et la France méridionale ont adopté presque exclusivement l'usage du mulet pour leurs travaux rustiques, et que les petits propriétaires, trop pauvres pour atteindre au prix du mulet, ont tous au moins un âne.

On ne se fait pas une idée de la sobriété à laquelle le mulet peut atteindre sans dépérir quand il ne travaille pas. Dans nombre de fermes on ne lui donne que de la paille pendant toute la morte saison. Aussi peut-on, sans exagération, porter à un tiers l'économie que procure le mulet sur sa nourriture, comparativement au cheval, soit relativement à sa quantité ou à sa qualité. Quant à l'âne, les chardons, les mauvaises herbes et un peu de paille, telle est la nourriture qu'on lui réserve. Nos paysans sarclent leurs cultures pour nourrir leur

âne, et c'est encore un avantage que procure cet animal.

Le sabot du mulet ayant moins de surface que celui du cheval pèse davantage sur chaque pas, tasse davantage la terre, s'enfonce davantage dans celle qui est molle et fangeuse. Ce sont des défauts qui le font écarter des pays naturellement humides, mais qui ne sont d'aucune considération dans les pays secs. La santé du mulet paraît souffrir aussi de ces climats humides, ce qui fixe les limites de son emploi à celles de la région du maïs. Il ne paraît déjà plus dans la région qui s'étend au delà de la ligne nord du maïs. Son usage, comme animal de bât, décroît chaque jour en France avec l'ouverture et le perfectionnement des voies de communication.

Le prix d'achat des mulets, et surtout des mules que l'on préfère parce qu'elles sont moins capricieuses et que, n'ayant pas subi l'opération de la castration, elles conservent mieux leur vigueur naturelle, est plus élevé que celui des chevaux rustiques de même taille d'un tiers en sus, et quelquefois davantage quand la taille s'élève. D'après ces données, nous pouvons comparer le prix de revient du travail du mulet à celui du cheval, en prenant pour type la taille de 1^m,500 qui est la plus commune pour les mulets des fermes du midi. Nous aurons donc, les termes constants restant les mêmes :

Prix d'achat, 757 fr.; nourriture, 10^k foin, représenté par 2^k,14 blé, ou, pour 365 jours, 3^k650 foin et 781^k,4 froment.

DOIT.	Blé. kil.	Argent. fr.	*AVOIR.*	Blé. kil.	Argent. fr.
Intérêt à 5 p. 100 du prix d'achat	135,00	37,85	31,80 d'azote contenant le résidu de 4705 k. de foin à 0k,70 de l'azote du fourrage	188,50	50,88
Renouvellem. 6,6 p. 100	178,40	49,96	Solde pour 473463 tm. de travail	1150,30	313,40
Nourriture	781,00	210,87			
Termes constants	244,60	67,60			
	1339,00	366,28		1339,00	366,28

	kil.		fr.
Les tonneaumètres coûtent	0,00245	en blé ou	0,00065
La journée moyenne (365 jours par an) coûte	3,15	en blé ou	0,85
La journée de travail (262 jours par an) coûte	4,39	en blé ou	1,19

On comprend maintenant que ce n'est pas seulement par caprice que les peuples du midi, surtout dans les lieux où manque l'irrigation et la fraîcheur des terres, ont adopté le mulet de préférence aux autres animaux pour la culture. Sa sobriété, sa santé, son insensibilité aux grandes chaleurs en font pour eux un besoin; la raison d'économie vient encore s'y joindre. Loin de chercher à contrarier cette tendance, le gouvernement doit la favoriser comme toutes les habitudes qui tiendront au bien-être des populations.

CHAPITRE IX.

Les bœufs.

La force musculaire et statique des quadrupèdes n'est supposée être égale qu'à leur poids; cela ne serait vrai que sur un terrain parfaitement dur, mais dès que par un puissant effort sur le terrain par la pointe de leurs pinces ils parviennent à s'y fixer, il faut ajouter à leur poids la résistance qu'offre le sol labouré par leurs pinces pour parvenir à les tirer en arrière, en supposant que l'animal tendrait ses muscles avec assez de force et de constance pour que l'effort continuât autant que l'effort en sens contraire de la résistance qu'il opposerait. Un animal mou ou impatient ne tarde pas à relâcher ses muscles, et il n'agit plus alors que par son poids; un animal courageux tend de plus en plus les ressorts de ses extrémités, prend de nouveaux points d'appui, rend sa pression de plus en plus oblique pour qu'elle pénètre davantage en terre, et c'est ainsi que, soit pour résister à un effort qui l'entraîne, soit pour vaincre une résistance qui lui est opposée, le caractère individuel de l'animal et celui de sa race et de son espèce doivent être pris en considération.

Le bœuf a de très grandes qualités comme animal de trait; d'abord il travaille d'une manière égale, continue, et est susceptible de prolonger ses efforts autant que dure la résistance; mais arrivé à ce maximum, on n'en obtiendrait pas cet effort suprême provenant d'un déploiement instantané et rapide de la force musculaire qui, imprimant une grande vitesse à la masse, produit une force vive qui surmonte l'obstacle et que l'on obtient du cheval; mais aussi, après ces déploiements excessifs d'énergie, le cheval s'arrête, se rebute, refuse de les renouveler, s'il n'a pas obtenu la victoire du premier coup ou s'il faut les répéter trop souvent. Le bœuf peut continuer longtemps les labeurs les plus fatigants, et retenir dans leur chute les corps auxquels il était attelé pendant un temps presque indéfini.

On trouve en différents pays des races de bêtes à cornes qui diffèrent beaucoup entre elles par la masse, la forme, l'activité et la démarche. Celle qui est la plus commune en France avance, sans être chargée, au petit pas par seconde, de $0^m,56$ de la taille du bœuf prise au garrot ou $0^m,84$ pour un bœuf de $1^m,5$, au pas allongé de 0,66 de la taille ou de 1 mètre.

On ne songe pas à obtenir de ces animaux des allures plus pressées.

Cette vitesse est environ les deux tiers de celle des chevaux. Le travail mécanique effectué est autre chose que cette vitesse, puisqu'il résulte de sa combinaison avec la force déployée. Sir John Sinclair prétend qu'en Angleterre les bœufs font les trois quarts du travail des chevaux. Mathieu de Dombasle dit que cette proportion est des quatre cinquièmes en Lorraine[1]; plus tard, ayant acquis plus d'expérience, il disait qu'il était essentiel de leur faire faire neuf heures de travail en deux attelées, de manière à obtenir d'eux les quatre cinquièmes du travail que peuvent exécuter des chevaux de taille analogue[2]. Il n'était

(1) *Annales de Roville*, t. I, p. 162.
(2) *Ibid.*, t. VII, p. 82.

plus question d'obtenir le même travail dans le même temps.

En comparant directement le travail obtenu des bœufs et des chevaux au mois de novembre, nous avons trouvé que ces derniers labouraient 33 ares de terrain tandis que les premiers n'en labouraient que 25, c'est-à-dire les trois quarts au lieu des quatre cinquièmes.

Quoique le bœuf emploie un temps assez long à ruminer, il peut travailler en un jour plus longtemps que le cheval : neuf à dix heures lors des travaux de défoncement, et dix à douze en automne, lors des travaux plus légers de semailles.

La lenteur même du bœuf, combinée avec sa force, le rend éminemment propre aux travaux durs et pénibles qui exigent une résistance constante et uniforme. Tels sont les labourages dans des terrains durcis ou les labours profonds, les charrois sur des pentes escarpées. Le cheval impatient s'y épuiserait en efforts pour surmonter un obstacle qui renaîtrait sans cesse ; les bœufs y emploient une force constante qui surmonte peu à peu les difficultés. En général, les bœufs réussissent dans les travaux très lents où il faut développer une grande force. Quand on a beaucoup de ces travaux à exécuter, on peut obtenir du bœuf une somme de travail mécanique égale à celle du cheval de même taille. Il labourera une surface beaucoup moindre, mais il soulèvera un cube de terre aussi grand. Il ne faut pas les employer habituellement dans des terrains fangeux où la lenteur augmente encore par la difficulté de retirer leurs jambes de la boue, ni dans les terrains pierreux où leurs ongles ne résistent pas aux fractures et où il devient nécessaire de les ferrer. Par la même raison, le bœuf reste sans usage sur les terrains gelés, d'autant plus que la petitesse des fers ne permet pas de leur attacher des crampons.

Ainsi les terrains argileux et glaiseux dans les temps de sécheresse, les terrains sablonneux et les limons dans tous les temps, les terrains pierreux et cailloutoux presque jamais,

telles sont les indications des cas où les bœufs peuvent être judicieusement appliqués relativement à la qualité du sol. Dans les terrains argileux et glaiseux, les bœufs ont donc un plus grand nombre de jours de repos que n'auraient les chevaux et les mulets qui, quand la terre est trop humide pour les labours, peuvent au moins être employés au charroi. L'hiver les retient aussi souvent à l'étable pendant la gelée; c'est donc dans les terrains de sable, dans les pays granitiques ou secs, dans ceux qui sont montagneux, où l'eau s'écoule facilement, où les chemins, s'ils présentent des bourbiers, ne sont pas uniformément fangeux, où les grandes pentes nécessitent des charrois pour lesquels la rapidité est bien moins utile que la ténacité du tirage, que l'on se sert principalement de ces animaux pour la culture et pour les transports. Ailleurs on les associe aux chevaux, et ceux-ci sont chargés de presque tous les charrois. Thaër pense qu'il faut, dans le climat de l'Allemagne, faire la déduction d'un sixième des journées de chevaux pour avoir le nombre de celles des bœufs; ainsi le cheval y faisant 300 journées, le bœuf n'en fait que 250 [1]; M. Crud compte, en Suisse, 260 journées pour le cheval et 220 pour le bœuf. Il y a des pays au contraire où le nombre des journées possibles pour les bœufs est le même que pour les chevaux.

Le bœuf paraît souffrir beaucoup de la chaleur; s'il travaille sous l'atteinte d'un soleil brûlant, sa respiration devient pressée, sa bouche se remplit d'écume, et il tire la langue comme pour faciliter l'entrée de l'air dans ses poumons; et cependant c'est l'animal de trait des Arabes et des Indiens, qui croiraient déshonorer leurs chevaux en les attelant à la charrue. L'Italie entière est labourée par des bœufs, et nous avons vu dans notre midi, quand les attelages de mules, rentrant du travail par un soleil ardent, refusaient de manger pendant quelque temps et jusqu'à ce qu'elles fussent rafraîchies, les bœufs commencer

(1) *Principes d'agriculture*, § 166.

immédiatement leur repas et se maintenir en bon état malgré la fatigue ; à plus forte raison si l'on a soin de leur assurer du repos pendant les heures les plus chaudes de la journée et de leur donner des boissons abondantes qui préviennent le dessèchement des aliments dans le feuillet, source principale des attaques d'apoplexie dont ces animaux sont frappés dans cette saison. Nous ne pensons donc pas que le climat soit un obstacle à leur emploi ; nous croyons même que celui du nord les repousserait bien plus encore que celui du midi ; et, dans le fait, on voit disparaître le bœuf de travail à la limite de la région des vignes au nord, et on le trouve encore sous l'équateur en allant vers le midi.

La nature des fourrages a aussi une grande influence sur la préférence que l'on peut donner au bœuf comme animal de trait. Si l'on a des pâtures vertes, le parcours des bœufs les bonifie, tandis qu'elles dépérissent pâturées par le cheval. Le bœuf maintient ses forces avec la nourriture en vert ; le cheval qui travaille les perd, à moins que le pâturage ne soit très riche ; il faut à ce dernier du bon foin et de l'avoine pour supporter un travail fatiguant. Dans le temps des plus grands travaux, le bœuf passera la nuit sur des pâtures peu susceptibles d'être fauchées et reprendra sa tâche le lendemain ; le cheval ne saurait y trouver une subsistance suffisante à compenser la force dépensée dans le travail. Il y a donc une véritable économie dans la nourriture du bœuf quand on possède de semblables parcours. Si l'on est obligé de nourrir le bœuf des mêmes aliments que le cheval, il en consommera une quantité égale proportionnellement à sa force, et sa nourriture coûtera autant que la sienne.

Cet animal est aussi moins délicat que les autres sur la nature des fourrages. Sa force digestive lui permet d'assimiler les substances nutritives cachées dans les replis des tissus les plus durs : les roseaux, la paille, le foin le plus grossier peu-

vent entrer dans son régime, pourvu qu'il en ait à suffisance. Il ne choisit pas les parties de fourrage qui lui conviennent pour rebuter les autres, comme le cheval, qui fait toujours beaucoup de déchet.

Il ne suffit pas de la simple volonté d'un chef de culture pour substituer les bœufs aux chevaux dans son exploitation. La conduite de ces animaux exige une habitude qui ne s'acquiert pas sans apprentissage, et l'on a remarqué qu'un bouvier était bien plus tôt au fait de la conduite des chevaux qu'un charretier de celle des bœufs.

Le bœuf finit par communiquer à ses conducteurs quelque chose de son calme, de sa lenteur, de sa patience. Il faut aussi se garder de commencer par employer ces animaux aux charrois; au labourage leur allure se rapproche davantage de celle des autres bêtes de trait.

L'allure plus vive des chevaux, leurs élans, leurs inégalités finissent par influer sur le caractère de leurs conducteurs, et si on leur donne des bœufs à diriger, ils s'impatientent de leur lenteur, les maltraitent pour obtenir des efforts, les surmènent, les épuisent, s'en dégoûtent, et cherchent à les faire proscrire. Quand on veut importer les bœufs dans un pays où l'on travaille avec des chevaux et des mulets, il faut importer aussi le bouvier, ou au moins ne confier ces nouveaux attelages qu'à des hommes intelligents et intéressés à les faire réussir. Ceux-ci auront à changer entièrement de méthode avec des animaux qui n'obéissent qu'à la voix, à une espèce de langage convenu, que l'on n'entretient au travail que par le chant, et avec lesquels il faut éviter toutes ces excitations de coups de fouet, de rênes, qui font du travail des chevaux une espèce de lutte, tandis que la direction des bœufs consiste plutôt dans la récitation d'un monologue; heureux quand à ces difficultés matérielles ne se joint pas la répugnance morale, et si celui que l'on attache à leur service

ne se croit pas dégradé en dirigeant des animaux qu'il considère comme d'une nature moins noble !

Attelé à une voiture, le bœuf fait dans sa journée de huit heures 24 kilomètres; les irrégularités de la route ne ralentissent pas sensiblement sa marche ; voilà ce qui fait son grand avantage dans les pays de montagnes. Sur la route la plus égale et la plus parfaite, on ne parvient guère à accélérer son allure.

Si nous cherchons maintenant le prix de revient du travail du bœuf, nous trouvons d'abord que dans un grand nombre de pays la valeur du kilogramme du poids d'un bœuf maigre est celle de 10 kilogr. de foin. L'augmentation de poids de 1 kilogr. pour l'animal à l'engrais paraît provenir de 10 kilogr. de foin. On se fait des idées fort exagérées de la valeur du fumier des bœufs en le jugeant d'après son volume. Les bœufs boivent beaucoup, consomment beaucoup de nourriture fraîche ; leurs excréments contiennent beaucoup d'eau, mais ne retiennent cependant qu'une partie de l'azote contenu dans les aliments. D'après les expériences de M. Boussingault, cette partie, un peu plus considérable que celle que retiennent les excréments des chevaux, est de 0,86 de l'azote des aliments. Si on leur donne plus de litière, on a plus de paille dans le fumier, mais elle n'y entre que pour sa dose propre d'azote.

Le bœuf gagne de valeur s'il est bien entretenu jusqu'à l'âge où il est vendu pour l'engrais. Sa revente au moment où cette valeur est la plus considérable ne permet pas de lui attribuer des frais de renouvellement autres que ceux qui résultent des probabilités de mortalité dans une période de la vie où elles sont le plus favorables, et qu'on peut établir à environ 4 p. 100.

Ces observations préliminaires faites, voici le compte de revient du travail du bœuf; nous en avons contrôlé les détails avec le plus grand soin par les résultats obtenus par

MM. Crud, Thaër (§ 166, *note*), et ceux de M. Félix Villeroy[1] :

ÉLÉMENTS DU CALCUL.

Poids du bœuf		416 kil.
Vitesse par seconde au pas		0m,84
Trav. méc.	par seconde	41k,44
	par jour de 10 h.	1492 tm.
	par an de 218 j.	325256 tm.

Prix d'achat, le foin étant à 6 fr.	260 fr.
Nourr. rat. d'ent. p. 320 k.	6k93 de foin.
Pour trav. méc. de 891 tm.	6k,56
Par jour	13,49
Par an	49,24
Représ. au prix relatif du foin et du blé.	
Par jour, par	3k,68 de from.
Et par an, par	1343k

DOIT.

	Blé. kil.	Argent. fr.
Intérêt de la vente à 5 p. 100	44,64	12,50
Renouvellem. à 4 p. 100	35,72	10,00
Nourriture	1343,00	362,61
Ecurie	44,00	12,00
Harnais	39,00	11,00
Soins et vétérinaire	32,00	8,91
	1538,36	417,02

AVOIR.

	Blé. kil.	Argent. fr.
Azote de 4924 k. de foin; les $\frac{16}{100}$ de 51k à 1 f. 66	323,60	71,20
Solde pour 325256 tm. de travail	1214,76	345,82
	1538.36	417,02

	kil.		fr.
Les tonnesumètres de travail coûtent dans le pays où le bœuf ne fait que 218 journées.	0,0037	en blé ou	0,0010
La journée moyenne (365 jours par an) coûte	3,33	en blé ou	0,89
La journée de travail (218 jours par an) coûte	5,56	en blé ou	1,50

La comparaison des comptes ci-dessus met hors de doute que si l'on n'attribue pas au bœuf, pendant une partie de l'année, une nourriture moins coûteuse que celle du cheval et du mulet, son travail sera plus cher, en supposant cependant qu'on ne puisse l'occuper que les cinq sixièmes des jours de travail des autres animaux. Il en est autrement quand on a à utiliser des pâtures, des foins grossiers, des pailles et des débris de végétaux; alors le prix de la nourriture s'abaisse, et le travail revient à un prix inférieur à celui du cheval et du mulet. Aussi est-ce principalement dans les pays de montagnes où la nature de son tirage et sa lenteur elle-même sont des qualités, et où l'on trouve des côtes herbeuses et non susceptibles d'être fauchées; dans ceux où l'orge et l'avoine ne peuvent être cultivées avantageusement et en grand; où l'on compte, pour nourrir les

(1) *Manuel de l'éleveur de bêtes à cornes.*

animaux, sur les feuilles et les racines des arbres et sur une foule de menus débris peu appréciés par les chevaux; dans ceux où l'élève des bêtes bovines met en circulation un nombre considérable de jeunes bœufs que l'on dresse au joug avant de les vendre; dans ceux où la pauvreté des colons ne leur permet pas de consacrer un capital considérable au cheptel de leur exploitation; dans ceux enfin où la douceur des hivers et la sécheresse du climat ne mettent aucune différence entre le nombre de leurs jours de travail et celui des autres animaux, que les bœufs peuvent s'établir en concurrence des mulets et des chevaux.

Ajoutons enfin que, quand les autres circonstances ne viennent pas décider cette préférence, la diminution d'un sixième dans le nombre des jours de travail suffit pour faire prononcer leur exclusion, d'autant plus que dans ces jours de loisir on n'obtiendrait pas un grand travail des bouviers eux-mêmes, et qu'ainsi il faudrait mettre au compte des bœufs au moins la moitié de la valeur de la journée de ces ouvriers. Le déploiement d'activité que les progrès de la civilisation étendent sans cesse en faisant rechercher par les fermiers l'occasion d'utiliser par des charrois extérieurs les journées qui ne peuvent être employées pour leurs travaux tend à resserrer de plus en plus la région où domine la culture par les bœufs. Ce mouvement, secondé par l'introduction des races bovines qui s'engraissent très jeunes, mais ne sont pas très propres au travail, tend, selon nous, à réduire encore la race des bœufs travailleurs.

Mais dans tous les pays il est une considération qui peut porter à préférer le bœuf au cheval, nonobstant les obstacles que nous venons de signaler; c'est le cas où le travail de la ferme consisterait principalement en un travail fort et continu, où l'on aurait une grande étendue de terres tenaces à cultiver chaque année. Le bœuf convient parfaitement à une telle œuvre; il ne donne la même somme de travail que le cheval

dans sa journée qu'à condition que sa lenteur sera compensée par la force qu'il déploiera ; que si, au contraire, on cultive des terres légères, cette lenteur, jointe à une force médiocre de tirage, causerait évidemment de la perte si on y appliquait des bœufs.

Il y a aussi le cas où, pendant une époque seulement de l'année, on doit exécuter des travaux pénibles. Si l'on a d'ailleurs des ressources de fourrage pour faire l'engraissement des bœufs, il sera profitable de s'en procurer pour ces travaux, et de les mettre à l'engrais après les avoir terminés. Cet avantage est d'autant plus grand si ces travaux extraordinaires ont lieu en automne, parce que l'engraissement peut alors se faire pendant l'hiver, saison où il profite beaucoup mieux. C'est ainsi que nous avons vu procéder des fermiers intelligents qui avaient à faire au mois de septembre de grands arrachages de garance, qui exigent des labours très profonds dans des terres qui ne sont pas encore ramollies.

CHAPITRE IX.

Les vaches.

Le premier qui a imaginé de se servir de ses vaches pour les travaux rustiques a-t-il bien mérité de la société qui se prépare avec sa nombreuse population de petits propriétaires? C'est une question qu'il faut résoudre. L'invention n'est pourtant pas aussi récente qu'on pourrait le croire. Olivier de Serre proclamait déjà, il y a deux cents ans, l'importance de ce résultat. « Ayant des vaches de relais comme des chevaux de poste, disait-il, le coutre ne séjournera jamais ; et les maniant par tel ordre, avec douceur, on s'en servira sans grandes tares de

leurs portées et de leur laitage[1]. » Et cependant nous voyons encore de pauvres gens, possédant une ou plusieurs vaches, ne savoir pas user d'une force qui est mise presque gratuitement à leur disposition, et se croire obligés de tenir des animaux de trait qui leur coûtent cher en nourriture et en entretien, ou se condamner à faire avec leurs propres bras un travail qu'ils pourraient obtenir de leurs animaux de rente.

L'expérience a prononcé depuis longtemps. Quand on fait travailler une vache quatre à cinq heures par jour, la perte sur la quantité de lait n'est que d'un quart ; un travail plus long entraîne une plus grande perte, mais quelques jours de repos rétablissent la sécrétion du lait dans son état ordinaire. Schmalz a même remarqué que quand on les nourrit à discrétion de trèfle vert, les vaches attelées consomment une plus grande quantité de ce fourrage que celles non attelées, sans qu'il y ait alors la moindre diminution dans le lait.

Selon M. Crud[2], la force de la vache est à celle du bœuf de même race comme 2 : 3 ; c'est à peu près le rapport de leur poids. Ses allures sont un peu plus vives ; mais, en les supposant les mêmes, nous aurions pour le travail de la vache de la race analysée plus haut :

$$\frac{1492^{\text{tm}} \times 2}{3} = 995^{\text{tm}};$$

ou, pour une demi-journée, 497^{tm}. Ce travail consomme une partie de la nourriture donnée à la vache qui, à $7^{\text{gr}},37$ par TM, nous donne $3^{\text{k}},66$ de foin, représentant $3^{\text{lit}},66$ de lait, lequel, au prix moyen de $0^{\text{f}},17$, auquel il revient en Suisse, fait $0^{\text{f}},62$. Or les 497^{tm} de travail valent, au prix qu'on les obtient des chevaux, $0^{\text{f}},40$; des mulets, $0^{\text{f}},32$; des bœufs, $0^{\text{f}},52$, c'est-à-dire une valeur moindre que celle du lait perdu par le

(1) Liv. II, chap. 2.

(2) Thaër, § 160, note du traducteur.

travail. Il est bien évident que dans le voisinage des villes, où le prix du lait est plus élevé que dans les grandes exploitations de fromageries, il ne peut être question d'employer les vaches au labour quand on peut vendre le lait 0f,20 et 0f,25 le litre; le travail serait trop chèrement payé.

Mais dans les situations où le lait n'a pour ainsi dire aucune valeur, où celui de quelques vaches servant à la nourriture de la famille est quelquefois gaspillé, l'on trouvera dans le travail des vaches le moyen de tirer un produit réel du superflu de la consommation. C'est aux petits propriétaires ainsi placés que l'on peut recommander d'y avoir recours. Il peut arriver aussi que dans les grandes fermes on ait plus d'avantage à employer pour les travaux pressés les vaches laitières aux labours et aux charrois que de louer des bêtes de trait pour s'en faire aider; un simple calcul comparatif du prix auquel on obtiendrait le travail et de celui du lait que l'on devrait perdre permettra d'apprécier cette convenance.

Mais nous ne croirons pas que l'on puisse jamais adopter le travail des vaches dans les grandes fermes à l'exclusion de celui des autres bêtes de trait, et nous sommes en cela d'accord avec M. F. Villeroy, qui est une autorité en cette matière. « Celui qui emploie dix bœufs, dit-il, devra avoir trente vaches. Si, pour fournir aux travaux extraordinaires, on veut encore en augmenter le nombre, on conçoit facilement tout l'attirail, tout l'embarras et l'augmentation de risques qu'entraîne ce bétail nombreux et indiscipliné; car il ne faut pas croire que les vaches se gouvernent comme les bœufs : vieilles, elles sont souvent trop pesantes; jeunes, elles sont presque toujours indociles. Les attelle-t-on avec des colliers, on ne peut les maîtriser; les met-on au joug, il faut que chacune conserve à droite et à gauche la place à laquelle elle est habituée, et qu'elles soient d'égale force. Aussi, quoique de notables avantages ressortent des calculs sur le papier (nous venons de faire voir que ces avan-

tages n'existent pas dans le plus grand nombre de cas), ils sont tout à fait annulés par la perte de temps, la nécessité d'un plus grand nombre d'hommes, et il reste encore à faire entrer en ligne de compte la considération importante des risques. Je parle de ceci d'après ma propre expérience. J'attelle bien encore quelquefois mes vaches, mais seulement pour conduire le fourrage vert, et encore peut-on engraisser une paire de bœufs en leur faisant faire ce léger travail [1]. »

La base de tous les calculs qui ont été faits sur la substitution du travail des vaches à celui des bœufs consiste toujours dans la supposition que l'on possède une quantité de fourrage triple de celui nécessaire pour nourrir les animaux de trait, que la diminution du lait est compensée par le travail, c'est-à-dire que le lait est à bas prix en comparaison de la valeur du fourrage. D'après ce que nous avons dit plus haut, cette dernière condition ne serait remplie que si on ne pouvait pas retirer du lait un prix tel que 3^{lit}.,66 de lait n'aient pas une valeur plus grande que le tiers de la journée du bœuf. Nous remarquerons cependant que les exploitations suisses où cette substitution a eu lieu se trouvent avoir très peu de travaux de labourage par le fait même de la grande quantité de fourrage qu'elles doivent posséder, et l'on conçoit très bien que des animaux de trait y seraient si souvent oisifs et les journées de travail seraient alors si chères, qu'il devient dans ce cas très avantageux d'y substituer les vaches laitières.

(1) *Manuel de l'éleveur de bêtes à cornes*, p. 242.

DEUXIÈME PARTIE.

LES INSTRUMENTS ET LES MACHINES.

Ce n'est pas à nos lecteurs qu'il faut apprendre que les machines ne produisent pas la force, qu'elles ne font que la recevoir et la transmettre à l'outil, après en avoir détruit une partie; que c'est celle qui en détruit le moins et en transmet le plus qui doit être préférée. Ils savent bien qu'en pressant sur le bras d'un levier quatre fois plus long que l'autre bras qui porte un poids quatre fois plus grand que la force employé à le soulever, celle-ci a parcouru quatre fois le chemin que l'on fait parcourir à la résistance. Dans cette simple opération, la force n'est pas même reproduite en totalité, une partie se perd à presser le point d'appui contre la terre où, par défaut d'élasticité, il s'enfonce d'une certaine quantité; une autre partie à faire changer d'état à la terre ou au point d'appui lui-même; de plus, les fibres du levier n'étant pas parfaitement élastiques ont aussi absorbé une partie de la force employée à le plier sans qu'il ait pu reprendre ensuite sa première forme. Ces effets se reproduisent dans toutes les machines. L'effort multiplié par la vitesse nous donne la force agissante; nous avons ici à un des bouts du levier 1 d'effort $\times$ 4 de vitesse $=$ à l'autre bout 4 de force $\times$ 1 de vitesse, moins la quantité x perdue par le défaut d'élasticité de la terre, du point d'appui et du levier.

Nos lecteurs ont aussi appris, en étudiant la mécanique générale, les autres causes de perte de force dans les ma-

chines, telles que les frottements des parties qui transmettent le mouvement, les essieux, les roues dentées, etc.; les changements de direction de la force, son action oblique sur l'outil qui en annule une partie; la raideur des cordes, etc. Ces études préliminaires nous dispenseront de nous y arrêter; nous n'entrerons pas non plus dans le détail des constructions qui concernent l'artiste fabricant d'instruments bien plus que celui qui doit s'en servir; nous devons nous borner dans ce traité à donner aux agriculteurs les règles nécessaires pour discerner les instruments les plus appropriés à leurs travaux, les moyens de distinguer leurs défauts et de calculer leurs résultats. L'application de ces principes nous fera apprécier ceux qui méritent d'être adoptés, car les avantages se traduiront en chiffres; ils nous éloigneront souvent d'instruments très vantés, mais qui, en définitive, produisent un surcroît d'effets trop léger pour être mis en comparaison avec le prix élevé de leur construction compliquée et les embarras que donnent toujours les apprentissages; ils nous conduiront à préférer ceux qui, ayant une solidité proportionnée au travail qu'ils doivent exécuter, l'effectueront le plus complétement, le plus parfaitement, le plus économiquement. Pour remplir le but que nous nous proposions, il importait bien plus d'examiner à fond un instrument ou une machine de chaque espèce que de jeter un coup d'œil rapide sur un grand nombre; nous cherchons à établir des principes bien plus qu'à faire l'énumération et la critique de l'immense arsenal des inventions et des modifications de toute espèce dont l'agriculture se trouve aujourd'hui encombrée et qui, sans l'aide d'une saine doctrine, ne peut produire que le doute et l'hésitation dans l'esprit des praticiens. Nous comprenons l'utilité d'une telle revue, mais elle nous écarterait de la route que nous nous sommes tracée.

Les instruments d'agriculture peuvent se diviser en cinq

classes principales, d'après leur usages : 1° ceux qui ont pour but de modifier la ténacité de la terre en la pénétrant, la retournant, l'ameublissant, que l'on nomme *instruments de culture;* 2° ceux qui ont pour but de distribuer les semences des plantes dans le sein de la terre; ce sont les *semoirs*; 3° ceux qui complètent l'œuvre de la nature dans la production des fruits, en aidant à la séparation mécanique des parties végétales hétérogènes, comme les fléaux, les rouleaux à dépiquer, les machines à battre; ce sont les *instruments de récolte;* 4° ceux qui sont destinés à transporter sur la terre de nouveaux éléments de fertilité ou à enlever ses produits, tels que les véhicules, divers chariots, charrettes, brouettes, etc.; ce sont les *instruments de transport;* 5° enfin ceux qui élèvent l'eau au niveau du sol pour pourvoir à son irrigation; ce sont les *machines hydrauliques.*

PREMIÈRE DIVISION.

INSTRUMENTS DE CULTURE.

Le cultivateur modifie la ténacité de la terre, 1° en la perçant verticalement; 2° en la coupant verticalement; 3° en la coupant horizontalement; 4° en la retournant sur elle-même après l'avoir détachée des parties de terre environnantes; 5° en la pressant ou la percutant pour la pulvériser. Ces différentes actions sont destinées à produire : 1° ou de simples trous comme le font les plantoirs; 2° ou des bandes de terre (tranches) qui restent en place après avoir été séparées de leurs voisines par une coupe verticale; c'est l'effet produit par les *coutres;* 3° ou des couches de terre séparées des couches inférieures par une action horizontale et restant

en place après cette action ; c'est ce que produisent les ratissoires et les *socs;* 4° ou des bandes de terre séparées verticalement et horizontalement et restant en place; c'est cet effet que l'on attend des charrues sous-sol ou charrues-taupes. Dans tous ces cas, la portion de terre qui a subi l'action des instruments reste à la place qu'elle occupait précédemment. Viennent maintenant les actions qui déplacent la terre. 5° La terre est écartée par une action continue, de manière à s'amonceler sur le côté et à laisser ouverte une raie; c'est ainsi qu'agissent les anciens araires et les buttoirs; 6° la terre est retournée par une action continue, celle de dessous est rapportée au dessus; c'est l'office des versoirs vrais; 7° la terre est coupée verticalement, horizontalement et retournée par une action continue qui réunit en une seule l'opération exécutée partiellement par les coutres, les socs, les versoirs (les charrues); 8° la terre est déplacée par une action discontinue en prismes détachés qui prennent le nom de mottes (bèches, pioches, etc.); 9° ces mottes, ces bandes, ces tranches sont pulvérisées par une action continue qui promène sur la surface du champ des corps pesants, tels que des cylindres; 10° elles sont pulvérisées par des chocs répétés de masses ou de maillets. Ce sont ces actions diverses et les instruments qui servent à les opérer que nous avons à examiner successivement.

CHAPITRE Ier.

Instruments perforants.

Les instruments perforants sont employés pour faire dans la terre un trou destiné généralement à recevoir les racines des plantes que l'on veut y transplanter ou les graines que l'on

veut y semer. Le plantoir (*fig.* 1) des jardiniers n'est qu'une cheville pointue, recourbée au sommet ou surmontée d'une traverse, de manière à ce que la main puisse aisément la saisir et que le poignet puisse, sans se blesser, exercer une pression.



fig. 1.

Quelquefois le plantoir a deux branches élevées (*fig.* 2) et réunies par une traverse sur laquelle on appuie le pied pour l'enfoncer. Quand on veut se servir du plantoir pour planter le blé dans la grande culture, on garnit de pointes un cadre en bois (*fig.* 3,) on le pose à terre à la place où l'on veut produire les trous, on frappe avec le pied sur la partie supérieure, et on le retire ensuite au moyen de deux anses dont il est pourvu.

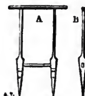


fig. 2.

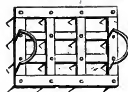


fig. 3.

On s'est servi aussi, pour obtenir cet effet, d'un rouleau garni de pointes; mais on conçoit qu'animé de deux mouvements, un mouvement circulaire et un mouvement de translation, il produit une égratignure au lieu d'une cavité nettement formée.

M. A. de Gasparin, comprenant l'utilité dont pouvait être un semblable instrument tant pour le semis que pour la transplantation, a fait construire un rouleau garni de pyramides à base rectangulaire, fixées sur le rouleau par des vis dont la tête forme le sommet des pyramides. Elles sont combinées de manière que les faces des pyramides fassent un angle de 45 degrés avec la base. Ainsi, veut-il produire des enfoncements de $0^m,11$, la base de ses pyramides a $0^m,20$ de longueur sur $0^m,12$ de largeur. Si la terre est bien préparée et que l'on fasse mouvoir lentement le rouleau, les reliefs du rouleau restent imprimés sur la terre. Les graines que l'on sème à la volée tombent alors au fond du creux et peuvent

être recouvertes par un hersage en travers. On peut aussi se servir de ces creux pour y déposer les plantes que l'on veut



fig. 4.

planter en ligne. Le rouleau est tiré au moyen d'un brancard : (*fig.* 4) pyramide séparée; (*fig.* 6) rouleau avec son brancard B.

La sonde (*fig.* 5) peut aussi être mise au

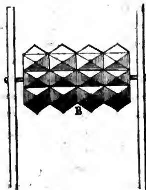


fig. 5.


fig. 6.

nombre des instruments perforants dont on se sert en agriculture; elle est employée pour connaître la nature des couches inférieures du sol. Une tige de fer de 1 à 2 mètres de longueur, armée d'une cuiller aciérée à sa partie inférieure, percée de plusieurs ouvertures au travers desquelles on peut passer une barre de fer sur laquelle on agit en tournant, suffit pour l'examen agricole des couches inférieures du terrain. Mais s'il est question de chercher des sources profondes, il faut employer les instruments de sondage qui ont été fort perfectionnés de nos jours; nous sortirions de notre sujet en les décrivant.

L'aiguille ou fleuret de mineur est un cylindre allongé de fer aciéré par le bout, terminé en forme de ciseau à taillant très émoussé, et qui sert à pratiquer dans les roches que l'on veut enlever d'un champ des cavités que l'on charge de poudre. Pour opérer, on tient le fleuret d'une main et on l'enfonce

dans la roche en tournant peu à peu et en frappant sur sa tête avec un maillet de fer. On emploie d'abord un fleuret court, on le remplace ensuite par un plus long, et bientôt le poids seul du fleuret que l'on soulève et que l'on laisse retomber suffit pour user la pierre, sans employer la pression du maillet.

CHAPITRE II.

Instruments destinés à couper la terre en bandes verticales : coutres, râteaux, herses, peignes, scarificateurs.

L'outil élémentaire des instruments destinés à ouvrir verticalement la terre par un travail continu est le coutre (*culter*), ou couteau en fer droit ou plus ou moins recourbé (*fig.* 7, 8, 9)


fig. 7.


fig. 8.


fig. 9.

présentant sa tranche en avant. On monte cet outil sur des bâtis plus ou moins forts, selon l'entrure qu'on veut lui donner. Il prend le nom de dent quand il n'a que de faibles proportions, comme dans les râteaux. Mais avant d'examiner toutes ces dispositions variées, il faut nous assurer de la résistance qu'il doit rencontrer en terre, pour pouvoir apprécier ensuite la force qui doit servir à le mouvoir.

SECTION Ire. — *Résistance opposée à l'action au coutre.*

Un coutre a été adapté au milieu de la longueur d'une

pièce de bois de telle sorte qu'au moyen d'une vis de rappel, on pût le faire pénétrer plus ou moins profondément en terre; cette pièce représentant l'age des charrues (*fig.* 10) était portée sur deux essieux ayant chacun deux roues qui maintenaient l'age en marche, dans une position parallèle au terrain. Le coutre pouvait s'allonger à volonté

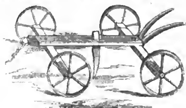


fig. 10.

au-dessous du plan sur lequel avançaient les roues, et prendre par conséquent l'entrure que l'on voulait lui donner. Ce véhicule pesant 21 kilogr. exige une force de tirage de 0k,75 pour être mis en mouvement quand le coutre ne pénètre pas en terre.

Pour déterminer le travail mécanique du coutre, on place l'instrument ainsi disposé sur le terrain; on creuse la terre au-dessous du coutre, d'une profondeur égale à l'entrure qu'on veut lui donner, puis on l'allonge de toute cette longueur. On attache un dynamomètre entre l'age et le palonnier; on met le cheval en mouvement, en ayant soin de déterminer sa vitesse moyenne. Le travail mécanique est le produit de cette vitesse par seconde multipliée par l'effort moyen indiqué par le dynamomètre.

Il fallait aussi déterminer pour chaque expérience la ténacité variable du terrain; ce que nous avons fait au moyen de la bêche dynamométrique, dont on a répété les épreuves plusieurs fois sur la longueur du terrain en en prenant la moyenne [1]. Nous rappelons ici qu'elle tombe de 1 mètre de hauteur, qu'elle pèse $2^{k},75$, et qu'elle a $0^{m},150$ de largeur [2]. Nous allons expo-

(1) Tome I, page 147 de la deuxième édition

(2) Poncelet, *Introduction à la Mécanique industrielle*, § 121 et 166.

ser ici les résultats de six expériences faites sur divers états de terrain et sur une longueur de 1000 mètres au moins.

Etat des terres.	Enfoncement de la bêche dynamométrique.	Longueur du coutre.	Effort sur le dynamomètre	Vitesse.	Travail mécanique total.	Reste pour le trav. du coutre en retranchant 0k,75 nécessaire pour faire avancer le véhic.
	mill	mill.	kil.	mèt.	km.	kil.
1° Propre à la culture	59	150	42	1,1	46,2	45,45
2° *Idem.*	59	75	17	1,2	20,4	19,65
3° Un peu trop sèche	30	150	107	0,85	90,95	90,20
4° *Idem.*	30	75	47	1,00	47,00	46,25
5° Sèche et tassée. .	22	150	156	0,80	124,80	124,05
6° *Idem.*	22	75	63,5	0,95	60,32	59,57

Nous tirerons de ce tableau les conclusions suivantes :

1° Quand le coutre a une longueur double, il exige un peu plus du double de tirage ; ce qui provient sans doute de ce que le fond de la terre est toujours plus tassé que la surface ;

2° Que si l'on compare le travail de la bêche dynamométrique à celui du coutre, on a pour 1 mètre de longueur de travail :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Bêche dynamométrique. — Coutre.

$\frac{2^k,75}{0^m,059}=46,6$ km. Travail du coutre de 150 mill. : 45,45 km.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,059}=46,6$ Travail du coutre de 75 mill. : 19,65 km., et pour 150 mill. : 39,30

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,030}=90,8$ Travail du coutre de 150 mill. : 90,20

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,030}=90,8$ Travail du coutre de 75 mill. : 46,25 km., et pour 150 mill. : 92,50

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,022}=120,5$ Travail du coutre de 150 mill. : 124,05

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

$\frac{2,75}{0,022}=120,5$ Travail du coutre de 75 mill. : 59,57 km., et pour 150 mill. : 119,14

Ces chiffres sont aussi concordants qu'il est permis de l'espérer dans des expériences qui ont lieu sur une surface étendue de terrain présentant nécessairement des différences de ténacité, quelque soin que l'on ait pris pour le choisir aussi homogène que possible.

Ainsi, appelant t la ténacité de la terre exprimée par la profondeur en mètres dont la bèche dynamométrique s'est enfoncée en terre; p la pesanteur de cette bèche; l sa longueur; c la longueur du coutre; r la résistance qu'il doit éprouver en terre, nous aurons :

$$r = \frac{p}{t} \times c : l = \frac{pc}{tl}$$

ainsi, le coutre ayant $0^m,200$ de longueur et la terre $0^m,40$ de ténacité, la bèche dynamométrique rentrant dans la proportion et les poids indiqués plus haut, nous avons :

$$r = \frac{2,75 \times 0,20}{0,040 \times 0,150} = 91^k,68$$

pour un mètre de longueur de travail.

SECTION II. — *Instruments divers construits au moyen du coutre.*

Le coutre isolé ou les coutres réunis en plus ou moins grand nombre sur un seul montant doivent être plus ou moins forts, plus ou moins longs relativement à la résistance qu'ils ont à vaincre et à l'*entrure* qu'on veut leur donner en terre. S'il ne s'agit que d'effleurer légèrement le sol pour rompre la faible adhérence de sa surface, on se sert de râteaux à la main ou de herses; faut-il donner cette culture à des plantes très serrées et à racines pivotantes, comme la luzerne, par exemple, de manière à pénétrer entre les plantes et extirper tous les végétaux adventices moins fortement enracinés qui s'y sont mêlés? on multiplie les dents ou coutres, et l'on a un *peigne*; est-il

question de remuer profondément le sol ? le nombre de coutres est moindre, mais ils sont plus forts et plus allongés, et l'on a les scarificateurs et les griffons ; enfin, le coutre isolé fait aussi partie de la construction de la charrue où nous le verrons figurer.

§ I. — Râteaux et herses.

Nous ne nous étendrons pas sur les râteaux, quoiqu'ils servent à tant d'usages ; une pièce de bois traversée par des coutres légers en fer ou en bois, et portant sur son milieu un long manche, tel est le râteau au moyen duquel on peut gratter légèrement la terre pour rompre l'adhérence qui, après un semis de plantes délicates, a été produite par la pluie suivie de la sécheresse. On se sert aussi de cet instrument pour réunir en tas les pailles, les fourrages, etc., dispersés sur le sol. Dans ces derniers cas, on emploie souvent un large râteau auquel on attelle un cheval. Il n'y a rien à ajouter sur la construction de ces instruments qui n'exigent qu'un effort léger et que les cultivateurs proportionnent toujours à la force dont ils veulent se servir.

La herse destinée à donner à la terre un labour léger, mais plus souvent à briser l'adhérence des mottes de terre soulevées par d'autres travaux, à aplanir et ameublir le terrain, est construite avec plus de solidité et doit être tirée par des animaux. On n'a pas disposé ses dents sur un seul rang comme dans le râteau, parce que, loin de vouloir ramasser par son moyen tous les débris végétaux qui se trouvent sur le sol, on craint au contraire leur accumulation, qui engorgerait l'instrument, le soulèverait et empêcherait les dents d'agir isolément. Or, la herse agissant par un mouvement continu, on ne peut pas la dégager de ces herbes encombrantes, comme le râteau jardinier que l'homme pousse à son gré en avant et en arrière.

On a donc séparé les dents de la herse, mais comme on voulait cependant agir sur toute la surface du terrain, on les a placées sur plusieurs rangs, de sorte que les dents de chaque rang répondent à l'intervalle des dents du rang qui les précède. Pour y parvenir, on construit un bâtis en bois, de forme triangulaire, rectangulaire ou parallélogramme. 1° La herse triangulaire (*fig.* 11), formée de plusieurs pièces de bois bien assemblées, porte 18 coutres (plus ou moins), espacés de $0^m,25$. Elle a donc alors $2^m,50$ de côté; on peut lui donner un plus grand nombre de dents, en ajoutant une traverse; mais ces traverses doivent être écartées l'une de l'autre d'au moins $0^m,50$ pour faciliter le débourrement des dents.

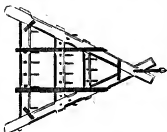


fig. 11.

2° La herse quadrangulaire (*fig.* 12) ne diffère de la précédente que par sa forme et le plus grand nombre de ses coutres qui exigent un tirage plus fort; si on donne à chacun de ses côtés la même dimension qu'à ceux de la herse triangulaire, elle porte 26 coutres, 6 au 1er et au 3e rang, 7 au 2e et au 4e. On la rend aussi parallélogrammique en allongeant et mettant les coutres sur trois rangs, 13 et 14 dents à chaque rang, ce qui porte le nombre des dents à 41.

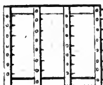


fig. 12.

3° La herse à forme de parallélogramme obliquangle (*fig.* 13), inventée par M. Valcour, qui a tant travaillé à perfectionner les instruments d'agriculture, est, sans contredit, celle qui fait le travail le plus parfait. Mathieu de

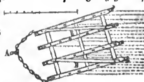


fig. 13

Dombasle lui donnait 3^{m},95 de longueur sur 2^{m},50 de large, et la garnissait de 24 coutres. On attelle les chevaux à un point de la chaîne A plus rapproché d'un côté que de l'autre, de manière à ce que les traverses *bb* se meuvent sur des lignes parallèles aux sillons; le tranchant des coutres doit faire face à cette direction. Cette herse est très énergique, mais sa marche est assez irrégulière. Elle embrasse d'ailleurs 3 mètres de terrain. On peut aussi la doubler, comme on le voit (*fig.* 14).

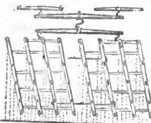


fig. 14.

4° Les labours à billons ou planches nécessitent l'emploi de herses concaves qui puissent s'adapter à leur surface. Aussi emploie-t-on, dans les pays où l'usage des billons est introduit, des herses courbes formées de deux ou trois pièces de bois pareilles et garnies de dents (*fig.* 15). Quelquefois ces herses ont la forme d'une courbe double, embrassant deux billons, de manière à ce que les animaux marchent dans le sillon intermédiaire. M. Malingié, considérant que le profil du billon change nécessairement par l'effet du tassement, compose les siennes de trois compartiments parallèles, mobiles, juxta-posés, tenant l'un à l'autre par des chaînons et couvrant ensemble la largeur d'une planche (2. mètres dans sa contrée, Loir-et-Cher). Ces trois fragments de herses qui n'en font qu'une se plient ainsi, par l'indépendance de leurs mouvements, à la forme plus ou moins concave de la planche.

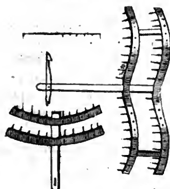


fig. 15.

Une chaînette portant un palonnier de deux mètres de largeur réunit les deux extrémités, et aux extrémités du palonnier sont attachés deux autres petits palonniers où sont attelés les chevaux qui marchent ainsi dans les sillons latéraux[1] (*fig.* 16).

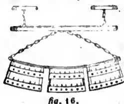


fig. 16.

La herse pénètre en terre par son propre poids; il en résulte que son entrure varie selon l'état du sol, qu'elle entre profondément quand il est meuble et frais, et qu'au contraire elle l'effleure à peine quand il est dur et sec. On remédie à ce dernier défaut en chargeant la herse de poids considérables; on remédie au premier en la garnissant d'épines à sa face supérieure, en la retournant ensuite et la faisant travailler les dents en l'air. Le travail de la herse est toujours assez léger, à raison même de la pénétration imparfaite des dents. Une herse de quarante dents, traînée par un seul cheval, ne doit pas donner plus de 45 kilogr. de tirage, ou un peu plus de 1 kilogr. par dent, ce qui suppose que dans les terrains meubles elle ne pénètre pas plus de 0m,02 en terre, d'après les calculs que nous avons établis ci-dessus.

Les dents des herses sont maintenues sur le cadre au moyen d'un rivet, ou mieux encore, d'une vis à écrou.

§ II. — Les peignes.

Les peignes sont des herses composées, d'un effet beaucoup plus énergique que les herses ordinaires, parce qu'elles sont construites de façon qu'on peut régler et forcer l'entrure des petits coutres ou dents. L'emploi le plus ordinaire des peignes consiste à nettoyer les prairies naturelles de mousse et les

(1) *Exploitation de la Charmoise*, p. 8.

prairies artificielles d'herbes adventices moins bien enracinées qu'elles et qui finiraient par s'emparer du terrain.

Le plus connu de tous est le peigne Machon (*fig.* 17). Il est

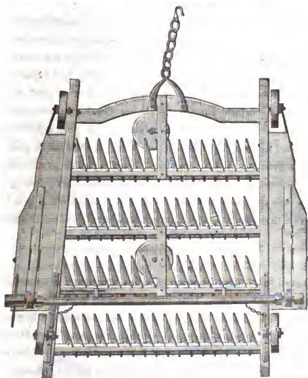


fig. 17.

formé d'un châssis en bois de $1^{m},30$ de côté, garni de 53 coutres de $0^{m},216$ de longueur et de $0^{m},006$ d'épaisseur, implantés à $0^{m},080$ l'un de l'autre. Les traverses sont espacées entre elles de $0^{m},270$. Ce châssis est porté sur six petites roues de $0^{m},32$ de diamètre, qui montent et descendent à volonté sur leur axe, de manière à pouvoir élever ou abaisser le cadre et donner plus ou moins d'entrure aux coutres qui peuvent

pointer en terre depuis $0^m,002$ jusqu'à $0^m,135$. Par le moyen d'un tour on soulève le peigne sur son cadre pour pouvoir enlever les herbes qui ne tardent pas à l'engorger. En travaillant à $0^m,05$ de profondeur, on a enlevé, sur 20 ares d'une luzerne de sept ans, un tombereau de mauvaises herbes, chiendent, agrotis stolonifère, polygonum aviculare, etc., qui l'étouffaient. Il faut deux chevaux pour tirer cet instrument qui ne convient pas aux terrains humides. Cet appareil, s'il n'est consacré qu'à un seul usage, est cher et peut être jusqu'à un certain point suppléé par des herses fortement chargées. Cependant si l'on avait beaucoup de prés sujets à la mousse et de grandes étendues de luzerne, il vaudrait la peine de se le procurer. Il était fort bien accueilli par les praticiens, mais le haut prix (400 fr.) qu'en demandait l'inventeur n'a pas permis qu'il s'étendît dans la culture. Aujourd'hui que le brevet d'invention est expiré, on pourrait le retirer de cet oubli.

§ III. — Scarificateurs, griffons.

Quand les coutres prennent de plus grandes dimensions et que par leur courbure, leur direction et le mode d'attelage, on cherche à les faire pénétrer dans le sol, au moins à la profondeur des labours légers et quelquefois jusqu'à $0^m,20$ de profondeur, les instruments dont le coutre forme l'outil élémentaire prennent le nom de *scarificateurs*. Ils ont été introduits dans le midi sous le nom de *griffons;* ailleurs, on les appelle herse roulante, herse mécanique.

Les coutres de ces instruments, auxquels on donne différentes formes, ont de $0^m,50$ à $0^m,60$ de longueur et sont forts à proportion, étant composés de barres de fer de $0^m,02$ à $0^m,03$ de côté, aciérées par le bout.

On a une multitude de scarificateurs différents. Le plus simple de tous consiste dans un bâtis triangulaire semblable à

celui de la herse, auquel on ajoute des mancherons et un age en avant pour y atteler les chevaux; il porte en avant de l'age une roue qui sert à en régler l'entrure (*fig.* 18). Si l'on veut un plus grand nombre de dents, on allonge le bâtis et on rend même les deux branches de tirage mobiles, de manière à leur donner un plus ou moins grand écartement, ainsi que l'a pratiqué M. Coke d'Holkam et, après lui, M. de Dombasle. Quelquefois on supprime la roue de devant et on règle l'entrure par le moyen des régulateurs, comme pour la charrue.

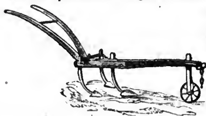


fig. 18.

En Angleterre, on a adopté des dispositions plus compliquées, mais aussi plus précises dans les résultats ; tels sont les scarificateurs de Biddle, très estimés des fermiers anglais, et qui règlent l'entrure au moyen de leviers qui relèvent ou abaissent le train de devant (*fig.* 19); et celui de lord Ducie

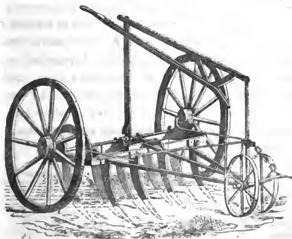


fig 19.

(*fig.* 20), plus parfait, mais aussi plus compliqué, qui porte

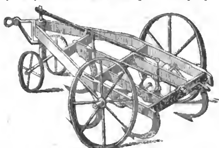


fig. 20.

les coutres sur un cadre en fer ; on relève ou abaisse le train de devant pour régler l'entrure, et on monte tout le cadre pour retirer à la fois toutes les dents de terre. Le scarificateur Bataille est, comme les précédents, un instrument à avant-train, auquel il ne paraît manquer que des roues plus élevées pour avoir une meilleure ligne de tirage, ce que les constructeurs anglais ne perdent jamais de vue.

Les griffons du midi sont de l'espèce la plus simple ; c'est une herse renforcée qui fait avec économie les seconds labours et les labours de semaille. On faisait autrefois la première opération avec des araires attelés de deux chevaux et conduits par un homme, et la seconde au moyen de légers araires traînés par un cheval et conduits par un homme. Aujourd'hui on fait une œuvre tout aussi parfaite avec un griffon à 3 socs, conduit par 2 chevaux et un homme ; pour un griffon à 5 à 7 socs, il faut 4 chevaux ; enfin on attelle 6 chevaux à un griffon à 9 socs, qui scarifie la terre déjà labourée jusqu'à $0^{m},20$ de profondeur. Ainsi l'on a :

	POUR LES GRIFFONS.			POUR LES ARAIRES.					
				SEMAILLES			SECONDES CULTURES.		
	Hommes.	Chevaux.	Total.	Hommes.	Chevaux.	Total.	Hommes.	Chevaux.	Total.
A 3 socs.	1	2	3	3	3	6	3	6	9
A 7 socs.	2	4	6	7	7	14	7	14	21
A 9 socs.	2	6	8	9	9	18	9	18	27

Si nous calculons la résistance pour les terres de la ténacité de $0^m,060$, en travaillant à la profondeur de $0^m,200$, nous aurons par coutre 61 kilogr. pour 9 coutres 549 kilogr., et par cheval 91 kilogrammes pour un mètre de longueur de travail.

Dans les terres très légères, nous avons vu un scarificateur à 9 socs, pénétrant à $0^m,108$ et qui était mené par 2 fortes mules.

Dans les terres de la ténacité de $0^m,070$, en travaillant à la profondeur de $0^m,108$, nous avons par coutre $28^k,3$; pour les 9 coutres $254^k,7$, et par cheval $42^k,4$ pour un mètre de longueur de travail.

L'emploi du scarificateur est surtout utile pour rompre l'adhérence de la terre immédiatement après la moisson. Les labours se font avec beaucoup de facilité sur des sols très compactes et que l'on n'aurait pas pu ouvrir de longtemps sans cette précaution, si on les fait précéder par une œuvre au scarificateur qui pénètre seulement de $0^m,030$ à $0^m,040$. Nous ne saurions trop recommander cette précaution aux cultivateurs soigneux, qui ne sont pas trop avides de la jouissance du pâturage des herbes adventices après la moisson et qui ne lui sacrifient pas la netteté de leurs récoltes futures.

CHAPITRE III.

Instruments destinés à couper la terre en tranches horizontales.

SOCS.

L'outil élémentaire des instruments destinés à couper la terre en tranches par un mouvement continu est un couteau

disposé horizontalement dans un sens perpendiculaire à la marche de l'instrument ou oblique à cette marche (*fig.* 21 à 23).


fig. 21.


fig. 22.


fig. 23.

Les ratissoires des jardiniers qui se poussent à la main, les ratissoires à cheval (*shims* des Anglais), formées d'un soc droit

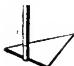

fig. 24.


fig. 25.

ou oblique (*fig.* 24 et 25), les extirpateurs qui sont composés de la réunion de plusieurs socs, sont tous des instruments qui résultent de cet élément, qui entre aussi dans la construction de la charrue.

SECTION Ire. — *Résistance apportée à l'action des socs.*

Nous avions d'abord employé pour ces expériences la même monture qui nous avait servi pour les coutres isolés; mais la résistance augmente d'une telle manière que les socs portés sur une tige unique n'ont pas tardé à être gauchis et quelquefois à avoir la tige brisée. Il a fallu pour les socs droits (ratissoires) faire l'expérience avec une ratissoire à cheval, et pour les socs obliques avec un araire dépouillé de son versoir et précédé d'un coutre qui ouvrait le chemin à la partie de la charrue qui suit le soc.

§ 1er. — Expériences sur le soc droit (perpendiculaire à la résistance).

Commençons par le soc droit (ratissoire à cheval) (*fig.* 26).

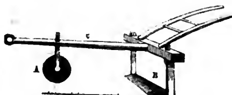


fig. 26.

Pour avoir la résistance éprouvée par le soc, il fallait commencer par éliminer de la résistance totale celle produite par les deux montants que l'on avait rendus coupants en avant en forme de coutres; mais leur épaisseur ne permettant pas de les comparer à la bêche dynamométrique, nous avons opéré directement, en garnissant seulement la monture de la ratissoire de deux tiges ou montants dépourvus du soc intermédiaire et exactement pareils de dimension à ceux qui plus tard devaient porter le soc, et en les essayant par un procédé absolument semblable à celui employé pour les coutres. Ainsi nos montants à coutres avaient une longueur de $0^m,190$, qui est celle qu'ils ont au-dessus de la lame du soc.

	Ténacité de la terre d'après la bêche.	Force de tirage pour les deux coutres.	Vitesse.	Travail mécanique.
1°. . .	59	132^k8	0,82	$108^{km}9$
2°. . .	30	320	0,75	240,0
3°. . .	22	822?	0,64?	526,0?

La résistance devient si forte avec cette dernière ténacité, que les fers plient et se gauchissent quand ils ne cassent pas. Nous avons donc dû renoncer à faire travailler la ratissoire dans un sol si fortement durci.

Maintenant, substituant le soc de $0^m,250$ de longueur avec ses deux montures aux deux montants isolés, voici les effets obtenus :

	Tenacité de la terre.	Ténacité à 200 millim. de profondeur.	Effort.	Vitesse.	TRAVAIL Mécanique total.	Moins la résistance des coutres.	Par soc de 150.	D'après la formule.
1°.	59	51	280	0,79	$221^{k}2$	112,3	67^{km}	54^{km}
2°.	30	24	742	0,68	505,6	184,6	110,7	115

Ces expériences, continuées sur une assez grande longueur de terrain pour annuler les petites anomalies, sont difficiles à cause de la grande force de tirage qu'elles exigent et des accidents qui arrivent quand les instruments ne sont pas très solides, dès que l'on travaille dans des terres très dures ; cependant elles ne peuvent pas mener à des résultats plus satisfaisants, si on compare ceux de la formule à ceux de l'expérience. Au reste les terres ne se labourent ordinairement que dans le premier de ces états.

§ II. — Expériences sur les socs obliques.

Ces expériences ont été faites avec un montant, un soc et un coutre de la charrue de Dombasle, et sur les mêmes terres que les précédentes. La base du soc qui représente par conséquent la longueur de la partie coupante a $0^m,280$; la partie du coutre agissante a $0^m,190$, l'expérience ayant été faite à $0^m,200$ de profondeur comme la précédente.

	Ténacité de la terre.	Ténacité du fonds	Effort total.	Vitesse.	TRAVAIL Mécanique total.	Moins le travail d'un coutre.	Pour un soc de 150
1°. .	59	51	$140^{k}0$	$1^{m}10$	154	108^{km}	53^{km}
2°. .	30	24	454,0	0,82	362	202	108

Le soc oblique emploie donc un peu moins de tirage que le soc droit dans les rapports suivants :

Soc droit.	Soc oblique.
54	53
115	108

On sait, en général, l'avantage qui résulte pour les instruments tranchants de leur action oblique. Cette observation a conduit à donner aux sabres une assez forte courbure, et à s'en servir en sciant plutôt qu'en frappant. Elle a été depuis longtemps appliquée aux instruments d'agriculture. Il semble qu'un système de résistances cède plus facilement quand elles sont ébranlées les unes après les autres que quand elles le sont toutes à la fois. Le soc oblique n'est, à bien dire, qu'un plan rectangulaire coupant par sa diagonale, au lieu de couper par un de ses côtés. Mais il n'en reste pas moins évident que dans la pratique on peut toujours calculer au moyen de la formule indiquée ci-dessus et arriver au résultat, à une dizaine de kilogrammes près. On ne peut pas se promettre des résultats plus approchés dans des opérations qui présentent tant d'irrégularité, et ce degré de précision suffit parfaitement pour ce que l'on veut en faire, c'est-à-dire pour calculer la force que l'on doit appliquer approximativement à tel ou tel instrument pour accomplir les travaux que l'on a en vue.

SECTION II. — *Instruments divers construits au moyen des socs.*

Quand les socs sont montés isolément de tout autre outil, ils prennent le nom de ratissoires (*shims*) (*fig.* 26); si le soc est droit, c'est-à-dire s'il coupe le sol parallèlement à l'action de sa marche; si son taillant est oblique à la résistance, il prend le nom d'extirpateur.

On se servait autrefois, en Angleterre, de la ratissoire à cheval pour déchaumer les champs, et aussi pour couper très près de la surface du sol les mauvaises herbes qui poussent entre les lignes des plantes, avant que l'on eût perfectionné les extirpateurs. Mais il suffit de voir les résultats des expériences que nous venons de rapporter et l'énorme résistance

que les deux montants, faisant fonction de coutre, opposent à la marche de l'instrument, pour s'apercevoir que si l'on peut en faire usage pour les cultures superficielles où ces montants entrent peu en terre, il faut y renoncer absolument quand on veut pénétrer un peu profondément; car à 0m,20, par exemple, la résistance des montants devient plus grande que celle de la lame coupante du soc.

Au lieu d'employer un soc très large, comme celui de la ratissoire, et qui exigerait, pour être maintenu, des montants très épais et très forts, on comprit que la solidité de l'instrument exigeait que l'on multipliât le nombre des socs, en ne donnant à chacun d'eux qu'un montant qui pourrait être bien moins matériel. On disposait d'ailleurs les socs en quinconce, de manière à ce qu'une large surface pût être embrassée par eux. Leurs dispositions ont été très variées. Les socs ont la forme d'un triangle équilatéral ou isocèle, présentant deux tranchants. Ils sont assemblés sur un bâtis composé de deux traverses portant les socs et réunis par des pièces latérales, ou sur un bâtis triangulaire en bois ou en fonte où les socs sont fixés aux côtés latéraux du triangle. Les montants sont ou droits ou courbes. Ils sont fixés solidement sur le bâtis au moyen d'écrous. Le plus simple de tous les extirpateurs est celui de Roville, représenté (*fig.* 27). Son bâtis est peu compliqué, peut être exécuté partout, et il a toute la solidité convenable. Il porte cinq socs; mais si la terre est forte, on peut toujours enlever deux socs latéraux.

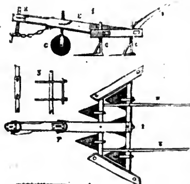


fig. 27. — Extirpateur de Roville.

Nous présentons ci-dessous les formes diverses que l'on a données à ces instruments :

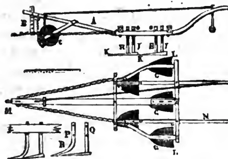


fig. 28. — Extirpateur de Grignon.

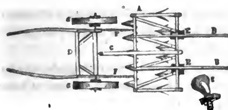


fig. 29. — Extirpateur Hayvard.

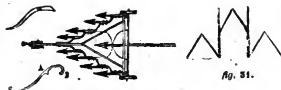

fig. 30. — Extirpateur Wilkie.

fig. 31.

L'usage de l'extirpateur doit se borner à détruire les herbes qui couvrent la terre après les labours et à maintenir nette la surface du sol, à briser les mottes profondes produites par les travaux antérieurs et à mélanger les particules du terrain. On

ne doit pas prétendre à le substituer à la charrue; ses traces seraient bientôt effacées par le tassement du sol que l'on ne change pas de place, et l'instrument ne résisterait pas à un effort aussi considérable que celui qui serait nécessaire pour une telle opération. Mais si nous calculons d'après les expériences citées, la force nécessaire à un extirpateur qui ne pénètre qu'à $0^m,3$ dans un terrain déjà préparé et dont la ténacité éprouvée par la bêche dynamométrique sera de 60 kilogr. nous trouvons :

Pour les cinq montants s'enfonçant de $0^m,03$.	45^k
Pour les cinq socs ayant ensemble 1 mètre de largeur de base.	300
Pour 1 mètre.	345

Si l'instrument marche seulement avec la vitesse de $0^m,80$, le travail ne sera que de 266^k par seconde, ce qui exigerait un attelage de 5 chevaux.

Mais on se sert rarement d'extirpateurs de cette dimension; on leur donne un moindre nombre de socs, et à ceux-ci une moins grande largeur, et on les destine ordinairement à travailler entre les lignes des plantes; alors on pratique une charnière à l'angle antérieur du bâtis pour resserrer ou élargir l'espace occupé par l'instrument. Ces extirpateurs ainsi réduits prennent le nom de *houes à cheval*. C'est sur ce principe que sont conçus ceux de Grignon et de Roville. Ces instruments ne possèdent que 3 socs, l'un en avant fixé à l'age, et deux à l'extrémité postérieure des côtés. Deux arcs en fer, partant de l'age, traversent les côtés qui, quand ils tournent sur leur pivot, sont maintenus sur la même ligne horizontale par la rigidité de ces arcs de cercle. Les trois socs peuvent être de simples socs droits, si les cultures se font habituellement dans des terres molles; mais pour peu que les terres soient dures, il est préférable de donner aux socs la forme triangulaire. Quand

l'angle est moyennement ouvert, ils occupent toute la largeur du labour, sans empiéter les uns sur les autres; mais si l'angle est plus ouvert, il y a des espaces qui ne sont pas atteints, et s'il l'est moins, il y en a qui sont labourés deux fois. Quelques dents de herse sont placées sur les côtés du bâtis pour rompre l'adhérence de la terre et se mettent en avant des socs. Quand un tel instrument doit travailler dans une terre de la ténacité de 0 ,060, nous avons :

Pour les trois coutres	27k
Pour les trois socs.	183
Par mètre.	210
Ou avec une vitesse de $0^m,80$ par seconde.	168k

ce qui s'obtient à l'aide de trois chevaux.

Mais dans ce cas comme dans le précédent, si l'on travaille dans des terres fort ameublies, la ténacité descend à 130 kilog., et alors nous avons :

Pour les trois coutres.	18^k9
Pour les trois socs.	84,0
	102,9
Ou avec une vitesse de $0^m,80$ par seconde.	82^k52

ce qui s'obtient d'un bon cheval.

On a beaucoup travaillé sur cet instrument; chacun a donné son nom à son extirpateur ou à sa houe à cheval; en lisant cette nomenclature, on serait tenté de croire que le nombre des instruments d'agriculture est infini; mais quelle que soit la disposition qu'on leur donne, ils doivent tous se juger par les principes suivants :

1° Ne pas multiplier les socs, mais plutôt leur donner toute la largeur dont ils sont susceptibles, car avec le nombre des socs on multiplie aussi celui des montants qui accroissent la résistance, et de plus, quand ils sont trop rapprochés ils

retiennent les herbes et engorgent l'instrument. C'est l'erreur commise par le major Beatson, qui réunissait sept socs en deux rangs sur une largeur de $0^m,76$, c'est-à-dire espacés à $10^c,9$. L'expérience a prouvé que pour que l'extirpateur ne s'engorgeât pas, les socs devaient être espacés de $0^m,60$ à $0^m,70$; que par conséquent, en les disposant sur deux rangs, ils devaient avoir $0^m,60$ à $0^m,70$ de base, ceux du second rang étant placés vis-à-vis de l'intervalle de ceux du premier.

2° Les montants doivent avoir la force nécessaire pour résister non-seulement au tirage ordinaire, mais à un tirage un peu excédant qui résulterait de la rencontre d'une pierre ou d'une racine. Nous portons cette résistance au double pour pouvoir résister aux chocs.

On règle l'entrure de l'instrument, comme celle du scarificateur, par un régulateur placé à l'age, à moins que l'on ne se serve aussi pour l'extirpateur du cadre de lord Ducie, proposé pour le scarificateur qui pourrait être à l'usage des deux instruments, et dont l'entrure est réglée par des vis de rappel.

CHAPITRE IV.

Instruments destinés a retourner la terre sur elle-même par bandes.

VERSOIRS, BUTTOIRS, CULTIVATEURS.

L'observation des effets que produit l'atmosphère sur la terre est très ancienne. On ne tarda pas à s'apercevoir que les couches profondes, ramenées à la surface, ne devenaient fertiles qu'après avoir été exposées quelque temps à l'action de l'air. Les effets si marqués de la bêche qui retourne la terre en

l'ameublissant, comparés à ceux des sillonneurs imparfaits (araires antiques), ne pouvaient laisser aucun doute à cet égard; on chercha donc bientôt à imiter cette culture par une action continue et à l'aide des animaux. De plus, l'horticulture, qui est toujours à l'avant-garde de l'agriculture dans l'invention des procédés, enseigna qu'un grand nombre de plantes veulent être buttées pour réussir parfaitement, que la terre doit être entassée à leurs pieds; ce que les jardiniers faisaient au moyen de leur houe, les agriculteurs le firent à l'aide de leurs versoirs[1].

En effet, le versoir est l'outil élémentaire de tous les instruments qui ont pour but de retourner sur elle-même une tranche de terre.

L'action qui représenterait ce renversement serait celle d'une ligne CD placée en terre à la profondeur de la couche que l'on voudrait soulever, et qui, horizontale d'abord, tournerait sur le point C en avançant vers C', et se relèverait successivement de manière à être verticale C' en arrivant à C'. Dans ces différentes positions de la ligne, CD tracerait dans l'espace une surface courbe qui n'est autre que celle assignée au versoir. C'est une surface héliçoïde; car l'hélice est engendrée par une droite tournant sur un point qui se meut en ligne droite.

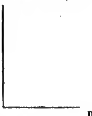


fig. 32.

Si le mouvement circulaire de la droite CD est plus rapide que le mouvement de translation du point C, elle parvient plus tôt à la verticale, et par conséquent l'hélice est raccourcie;

(1) *Voir* sur la théorie des versoirs un excellent travail de M. L. Ridolfi, fils du célèbre professeur de Pise, inséré dans le tome XIX du *Giornale agrario di Toscana*. Ceux qui désirent approfondir la théorie de cet instrument pourront y avoir recours. Nous le recevons au moment de mettre sous presse.

elle est allongée, au contraire, si le mouvement circulaire de CD est égal ou plus lent que celui du point D. Nous avions communiqué depuis longtemps cette analyse à un grand nombre de personnes ; nous avions montré qu'elle renfermait toute la théorie du versoir. M. Lambreschini a eu le mérite de publier le premier des considérations analogues [1], et c'est à lui qu'appartient la priorité. Mathieu de Dombasle avait aussi entrevu cette vérité, mais il avait laissé sans la définir, et probablement sans la connaître, la courbe qui résultait du mouvement élémentaire qu'il pressentait [2].

En examinant un versoir de M. Perronier, M. Coriolis exprimait parfaitement à l'Académie des sciences l'état de la question et la préférence que mérite la courbe hélicoïde, qui n'est que le résultat graphique du mouvement lui-même qu'il faut faire opérer à la terre.

« Si la question à résoudre, disait-il, est de relever le prisme coupé par le soc, en le forçant à s'incliner de manière à le retourner complétement, il y a deux résistances : l'une provenant de la torsion que l'on fait subir à la tranche de terre, l'autre le frottement. La seconde ne varie pas sensiblement ; la première doit être la plus petite possible, et elle conduit à adopter la forme hélicoïde. C'est ce que Lambreschini avait dit en 1832. L'avantage que présente l'hélice, dans ce cas, résulte de ce que la tranche de terre s'étant modelée sur cette forme, elle continue à monter sans se tordre de nouveau et sans changer la position respective des parties, ce qui n'arrive pas lorsqu'elle glisse sur une surface gauche [3]. »

Pendant longtemps, et maintenant encore dans les pays arriérés, le versoir n'est autre chose qu'un plan oblique ne

(1) *Giornale agrario di Toscana*, t. VI, p. 37 et suiv.

(2) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1820, 1re partie, page 377.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1837, t. V, p. 894.

renversant pas complétement la tranche. On était plus avancé dans le Brabant, et la charrue belge avait un versoir courbe, mais dont le tracé était un pur résultat du tâtonnement. Aussi, dans ce pays comme dans le nôtre l'adresse de l'ouvrier entrait pour beaucoup dans la construction du versoir ; il y avait et il y a encore des ateliers où l'on fait de bonnes charrues, d'autres où l'on n'atteint pas à la même perfection. Ces incertitudes caractérisent un art qui n'est pas éclairé par la science, qui marche au hasard et sans règle.

Jefferson, le célèbre président des Etats-Unis, dans un des intervalles que lui laissaient les affaires publiques, s'appliqua à rechercher rationnellement la courbe des versoirs. Il supposait que la terre reçue par le coin ABCD marchait horizontalement dans la direction CB, montait à mesure que ce coin avançait, mais qu'en même temps elle était rejetée en dehors par le coin ACDE, placé verticalement. Le principe du versoir était donc pour lui la pyramide creuse GABD. Mais il était trop évident que la base GAB de la tranche ne pouvait pas se réduire en se comprimant progressivement, de manière à devenir un point mathématique en D ; elle s'échappait successivement par le bord BD, par un effet de pression. En partant de ce principe des deux coins, Jefferson proposait de former le versoir d'une surface gauche engendrée par une droite qui se meut en s'appuyant sur deux droites directrices. M. Hachette montra que la surface de ce versoir était la paraboloïde hyperbolique[1]. Nous indiquerons plus loin la méthode employée par M. de Valcourt pour la tracer.

fig. 33.

(1) *Bulletin de la Société philomatique.*

SECTION Ire. — *Tracé du versoir héliçoïde*

Le versoir se compose d'un demi-tour de spire de l'hélice, dans lequel la courbe directrice, partant de l'horizontale, va finir à la verticale, en faisant faire ainsi à la bande de terre qui le suit un quart de révolution. La largeur du versoir doit être égale à la profondeur du labour ; sa longueur influe sur l'inclinaison de la directrice, qui sera d'autant plus grande que le versoir sera plus long.

Pour déterminer cette inclinaison, il faut chercher quelle est celle du plan incliné, où la force horizontale agissant sur un corps le fait monter avec un minimum d'effort. En supposant le coefficient du frottement égal à 0,611 pour le fer frottant sur la terre, comme nous le donnent les expériences que nous citerons plus loin, nous trouvons que l'inclinaison de la directrice doit être d'environ 31°. Pour trouver la longueur du versoir, nous avons donc un triangle rectangle dont un des

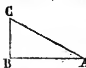


fig. 34.

côtés BC est la profondeur du labour, et l'angle A de 31°. Faisant BC$=1$, nous avons: sin. 31° : 1 :: sin. 59 : $x = 1{,}66$. Dans la pratique, on donne souvent plus de longueur au versoir, et on la porte jusqu'à 2 et 2,3 fois celle de la profondeur du labour. C'est ce que l'on voit, par exemple, dans la charrue de Provence. En général, quand on laboure des terres fortes où la résistance des bandes à la torsion est plus considérable, où l'inégalité de résistance de la terre donne lieu à des *à-coups* dans le tirage, on allonge le versoir pour donner plus de stabilité à la charrue, en raison du poids plus considérable qu'il supporte. Mais on conçoit que l'on rencontre bientôt la limite à cet allongement dans cette augmentation de poids et dans l'excès de frottement qui en résulte.

Pour décrire la surface courbe héliçoïde, on prend un cy-

lindre de bois dont le diamètre représente le double de la profondeur du labour, et sa longueur celle que l'on veut donner au versoir.

Soit ABCD ce cylindre; on développe sa surface sur un plan représenté par le rectangle CDEF; on divise les côtés du rectangle en deux parties égales par la ligne GH, et l'on mène les deux diagonales GE, HD. On replie ensuite le rectangle sur le cylindre, les diagonales représentent la courbe spirale cherchée [1]. Si l'on a eu soin de tracer ces diagonales avec de la sanguine et de mouiller le cylindre avant l'application, le tracé de la spirale y restera imprimé. Ce moyen est beaucoup meilleur que celui indiqué par Lambreschini qui trace les spirales un peu au hasard.

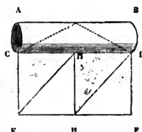


fig. 35.

Maintenant on coupe le cylindre en deux par une surface passant par les deux extrémités de la spirale tracée, on aura le demi-cylindre OBCDA. Si ensuite on mène des lignes droites

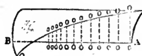


fig. 36.


fig. 37.

o,o, de chacun des points très rapprochés de la spire, sur le diamètre AB, on aura une surface courbe *a,o,b,o,* qui sera la surface héliçoïde cherchée. Il suffit donc, pour l'obtenir, que l'ouvrier détache successivement du bois de la masse du cylindre en suivant ces lignes droites, pour avoir cette surface en creux, et on s'assure que c'est bien la surface cherchée en

(1) Poinsot, *Statistique*, § 205

posant successivement une règle sur les points o,o,o,o de la spire et sur les points correspondants dans la direction verticale o',o',o',o' du diamètre. Ces deux séries de points doivent toujours être en ligne droite.

Mais il est facile de reconnaître que la surface héliçoïde telle que nous venons de la construire ne ferait décrire à la bande de terre qu'un quart de révolution, et il arriverait qu'après le passage de l'instrument, une partie de la bande, n'étant plus soutenue, retomberait dans le sillon. C'est un défaut commun à un grand nombre de versoirs et auquel on obvie généralement dans la construction en terminant l'hélice par un appendice qui se projette en dehors de la verticale. Cet expédient est très bon quand on laboure des terres fortes dont les bandes ne se désagrégent pas complétement par le mouvement de torsion qu'elles subissent en s'appliquant contre la surface du versoir; alors, en effet, il suffit d'une impulsion donnée à leur sommet arrivé à la verticale pour les pousser en dehors et les faire tomber sur le côté; mais le moyen est insuffisant pour les terres légères et meubles, et il arrive trop souvent que le sillon est mal vidé.

C'est à M. L. Ridolfi que nous devons l'analyse des conditions à remplir pour que le versoir complète son œuvre en imprimant à la bande entière le mouvement qui doit lui faire accomplir sa demi-révolution[1]. Il en résulte que la partie postérieure de l'oreille qui succède à l'hélice est engendrée par le mouvement d'une droite d'une longueur égale à la largeur de la bande, le long de la droite génératrice de l'hélice qui représente les diverses positions que la bande *dabc* devra prendre pour passer de sa première

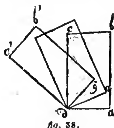


fig. 38.

(1) *Voir* le Mémoire cité plus haut.

position à celle indiquée par $d'a'b'c'$, où elle culbute nécessairement. Pour que le renversement ait lieu, il faut que le centre de gravité c de la bande ABED soit porté en C' au delà de la verticale AD. Or la valeur de l'angle C'AC dépend de la position de C, et par conséquent de la proportion qui existe entre AB et AD, c'est-à-dire entre la largeur et la profondeur du labour. Soit leur rapport égal à 4 : 3 ; prenant AD pour rayon, la tangente sera DE = AB ; nous aurons donc AB : R :: AD : tang. x, ou 4 : 1 :: 3 : tang. $x = 36°,52'$. Si donc nous élevons en arrière de la courbe héliçoïde du versoir une ligne sur le prolongement de sa base et inclinée de 30° environ sur le sol, et que nous unissions cette ligne avec la fin de la courbe du versoir par une surface gauche, nous aurons le tracé du prolongement. Ce prolongement ne nous paraît pas devoir excéder $0^m,1$ de longueur, par conséquent c'est à cette distance de l'extrémité postérieure de la base du versoir que la ligne devra être tracée. On aura ainsi le tracé en creux complet du versoir et de son prolongement.

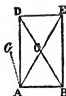


fig. 30.

Il est facile, dès lors, soit de prendre sur ce modèle un moule pour faire fondre le versoir, soit de s'en servir comme de mandrin pour diriger le forgeron qui le construira en fer battu.

Section II. — *Tracé du versoir paraboloïde.*

M. Olivier, ayant à rendre compte du versoir de M. Valcourt, indiqua une méthode mécanique pour le tracer. Supposez deux V réunis par une charnière de manière que l'un des V restant fixe, on puisse faire prendre à l'autre toutes les inclinaisons possibles. Si le V mobile se place dans le même plan que le V immobile, il représente un losange ; s'il se courbe sur

lui, il représente un angle. Si sur les côtés parallèles du losange *ab,dc* et *ad,bc* (*fig.* 40), on passe des fils de soie dans des trous percés dans la longueur des côtés, de manière à ce qu'ils restent fixés au côté *dc*, par exemple, et puissent s'allonger en glissant dans les trous du côté *ab*, ces fils figureront la génératrice du paraboloïde quand on fera tourner le V sur sa charnière [1].

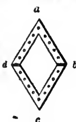


fig. 40.

C'est sur ce même principe que M. de Valcourt décrit son versoir. Il établit d'abord sous l'age la pièce de bois *bd*, que l'on nomme *gendarme*, à laquelle vient s'attacher le versoir en avant (*fig.* 41). Cette pièce de bois est un arc de cercle décrit avec un rayon égal à l'élévation de l'age au-dessus du sol, ou autrement la hauteur que l'on veut donner au versoir. Prenant alors, avec un compas, une longueur égale aux deux tiers de cette élévation, il la porte deux fois perpendiculairement sur le sol, à l'extrémité postérieure de l'age de F en C, et il forme les deux rectangles FGBE et BEDA [2]; il place alors une règle CD qui, de l'extrémité du gendarme C, forme la diagonale du second rectangle. Cette règle indique la base du versoir. Il place ensuite une autre règle qui, de l'angle A du rectangle, vient aboutir à la partie de l'age qui se trouve au-dessus de l'angle F du premier rectangle. On a ainsi deux règles qui se croisent obliquement et qui sont les deux directrices de la

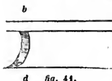


fig. 41.

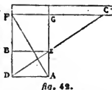


fig. 42.

(1) *Bulletin de la Société philomatique*, 1832, p. 184.

(2) Dans le cas où la largeur du labour est égale à deux fois sa profondeur, car la distance *fd* doit représenter la largeur du labour. On doit donc dire généralement que l'on porte de *f* en *d* une largeur égale à la largeur du labour.

courbe. Établissez alors d'autres règles horizontales qui partent de la règle CD pour s'appuyer aux différentes hauteurs sur la règle FA, et ces règles traceront la paraboloïde ; il ne s'agira plus que de garnir leur intervalle de plâtre pour avoir le modèle du versoir.

SECTION III. — *Résistance du versoir occasionnée par le poids de la tranche de terre.*

Pour avoir le poids supporté par le versoir, il faut multiplier le poids du corps qu'il soulève par le cosinus de l'angle moyen d'inclinaison du plan qui, d'après notre construction, est de 31° environ ; ainsi, supposons que le versoir ait 0m,40 de longueur, qu'il ouvre une raie de 0,m25 de largeur sur une profondeur de 0,m20, le cube de terre soulevée sera de 0,m20000 cubes. Si le mètre cube pèse 1200 kil., ce volume pèsera 24 kil., et nous aurons donc :

Log. de 24.	1,38021
Log. cos. de 31. .	9,93307
	11,31328

qui, diminué de 10, est le logarithme de 20k,57, poids qui charge la surface du versoir.

Le versoir paraboloïde fait l'effet d'un coin poussant latéralement la tranche de terre qu'il a atteinte. Or, dans le coin, la puissance est à la résistance dans le rapport des deux faces de coin où elles sont appliquées. Ainsi, dans la construction de M. de Valcourt, nous avons pour la largeur du versoir en arrière $FD = 2$, pour la distance de l'origine du versoir à sa partie postérieure $FC = 3$; donc l'hypothénuse DC qui représente la longueur du versoir est $\sqrt{4 + 9} = 3,614$. Nous aurons donc, pour exprimer la puissance nécessaire, à vaincre la résistance

$$P = \frac{2 + R}{3,614}$$

Si nous adoptons les mêmes dimensions que pour le versoir héliçoïde, nous avons

$$P = \frac{2 \times 24}{3,614} = 13^{k},5,$$

c'est-à-dire une résistance de $3^{k},47$ moins forte que pour ce dernier. Il est donc vrai de dire que le versoir paraboloïde exige moins de force de tirage que le versoir héliçoïde, mais dans une petite proportion comparativement à la force totale employée aux charrues.

Ce petit avantage n'est obtenu que parce que le versoir paraboloïde ne résout pas le problème qui avait été posé. En effet, nous avons vu qu'il ne s'agit pas seulement de déplacer une tranche de terre de droite à gauche, mais de *relever le prisme coupé par le soc en le forçant à s'incliner de manière à lui faire décrire un quart de révolution,* ainsi que l'avait si bien précisé Coriolis.

SECTION IV. — *Résistance occasionnée par les frottements.*

La résistance opposée par le frottement au mouvement de deux corps glissant l'un sur l'autre à la manière d'un traîneau poussé sur la surface de la terre est produite, on le sait, par l'emboîtement des aspérités des deux surfaces en contact, qui exige une force pour refouler les molécules saillants logés dans les pores l'une de l'autre.

Une série de belles expériences de M. A. Morin a prouvé 1° que le frottement était proportionnel à la pression; 2° qu'il était indépendant de l'étendue des surfaces en contact; 3° qu'il était indépendant de la vitesse du mouvement [1]. Pour chaque nature de surfaces frottantes, la résistance occasionnée par le frottement varie, puisque l'état de la surface varie aussi. Il y

(1) *Expériences sur le frottement,* par A. Morin.

a un plus grand nombre d'aspérités sur une planche dégrossie que sur celle qui est rabotée, et sur un disque de fonte brute que sur un disque de fer poli. Ces corps éprouvent moins de résistance en frottant sur un marbre poli que sur la terre hérissée de mottes, etc. Il faut donc chercher pour chaque état de surfaces le coefficient qui, multipliant le poids, doit indiquer la résistance. Les corps que nous employons pour la culture sont le bois et le fer. Voici les épreuves que nous avons faites au moyen d'une surface de bois et une autre de fer poli sur une terre labourée, mais dans un état moyen de tassement :

POIDS.	FORCE EMPLOYÉE.		COEFFICIENTS.	
	Fer.	Bois.	Fer.	Bois.
88^{k}	47,2	50	0,537	0,568
150	95,6	100	0,637	0,666
218	143,7	148	0,659	0,678
	Moyenne.		0,611	0,637

On peut remarquer que le coefficient augmente avec le poids, parce que les expériences de M. Morin sont faites sur des corps durs sans viscosité, ayant une élasticité suffisante pour reprendre leur premier état après la pression, tandis qu'ici la terre cède, mais s'attache au corps par une cohésion adhésive. Cet auteur avait trouvé $0^{m},48$ pour coefficient de deux surfaces de chêne glissant l'une sur l'autre, $0^{m},64$ pour le chêne debout sur calcaire dur, et de $0^{m},42$ du fer forgé sur ce même calcaire. Nous trouvons beaucoup moins de différence entre l'action du fer poli et celle du chêne uni.

SECTION V. — *Résistance occasionnée par le changement de figure du prisme de terre.*

En parcourant la surface du versoir, la bande de terre qui avait été coupée en forme de parallélipipède rectangle par le centre et par le soc est obligée de se mouler sur la surface

courbe qu'elle présente; il y a donc un changement de forme, une désagrégation plus ou moins considérable de ses parties qui amène une résistance. Elle est la plus petite possible dans le versoir héliçoïde, d'abord parce que l'hélice est la courbe la plus courte que l'on puisse tracer sur un cylindre entre deux points donnés, ensuite parce que toutes les inclinaisons qu'elle présente à la surface inférieure de la bande étant égales, celle-ci parcourt l'héliçoïde avec le minimum de changement de figure.

Il en est autrement du versoir paraboloïde. D'abord sa directrice est nécessairement plus longue que celle de l'héliçoïde; ensuite sa courbure diffère beaucoup plus du plan, et à mesure qu'elle est soulevée, la bande rencontre sans cesse de bas en haut de nouvelles inclinaisons; il y a donc une plus grande résistance. Il est vrai que la bande étant tordue plus irrégulièrement, il en résulte une plus grande désagrégation des parties. Ainsi, si on laboure un gazon avec ce versoir héliçoïde, la bande retournée se trouve entière avec toute la terre qui est adhérente aux racines; elle est beaucoup plus tourmentée par le versoir paraboloïde. Il y a des cultivateurs qui se félicitent de ce résultat comme ameublissant mieux le sol, mais il faut observer que l'émiettement n'est jamais que partiel, et bien loin d'être assez complet pour épargner les nouvelles façons que l'on est obligé de donner dans l'un et dans l'autre cas pour amener la terre à l'état d'ameublissement. Quoi qu'il en soit, rien n'a été fait jusqu'ici pour déterminer la partie du travail mécanique qui se rapporte à ce genre de résistance, et dans nos expériences on la trouvera confondue avec les autres.

SECTION VI. — *Les buttoirs.*

Un buttoir est un instrument composé de deux versoirs montés sur un age. Dans ceux de ces instruments qui sont le

plus soignés, les versoirs peuvent s'écarter postérieurement pour ouvrir un sillon plus large, soit en tournant sur une charnière placée à leur point de réunion, soit sur une charnière placée à l'origine de chacun d'eux. On place quelquefois un soc et même un coutre en avant du versoir; l'instrument devient une véritable charrue à deux versoirs. Tel est le buttoir de M. Mathieu de



fig. 43.

Dombasle[1] (*fig.* 43), tel est aussi celui de M. Rozé[2] (*fig.* 44).

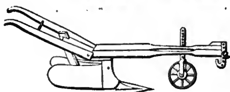


fig. 44.

Mais comme le buttoir est destiné à passer dans les intervalles des plantes disposées en lignes, intervalles constamment ameublis par des houes à cheval ou des scarificateurs, il peut être composé seulement des deux versoirs, précédés d'une roue qui sert à assurer la marche, comme dans le buttoir Rozé.

Ramené à cette simplicité, le buttoir est d'un usage continuel dans les pays où la culture des plantes à butter (le maïs, la pomme de terre) est très étendue; il économise beaucoup de travail et de temps.

I. Un buttoir du poids de 30 kil., dont les versoirs héliçoïdes avaient $0^m,50$ de longueur, a été mis en mouvement dans une terre labourée de $0^m,110$ de ténacité, pour y tracer un

(1) *Roville*, t. VII, f. 3. *Maison rustique*, f. 250.

sillon et rejeter les deux tranches qui en provenaient sur les côtés; le sillon avait $0^m,20$ de profondeur et $0^m,35$ de largeur. Les formules que nous avons adoptées nous donnent les chiffres suivants :

1° Charge de chaque versoir, une tranche de terre des dimensions suivantes : $50 \times 17,5 \times 20 = 17,500^{cc}$ de terre pesant $1,100^k$ le mètre cube, ou, pour chaque versoir, $13^k,62$; pour les deux versoirs.	$27^k 24$
2° Frottement, $13,62 \times 0,61$; pour chaque versoir, 8,31 ; pour les deux versoirs.	16,32
3° — de l'appareil chargé de la terre, $57,24 \times 0,61$.	34,90
	$7^k,76$

La machine, mise en mouvement par un cheval marchant à la vitesse de $0^m,92$ par seconde, exigeait un effort de 82 kil. ou $75^{km},4$ par mètre.

II. Nous avons alors rapproché les deux versoirs de manière à ne plus former qu'un sillon de $0^m,20$ de largeur ; nous avons eu alors :

1° Charge de chaque versoir : $50 \times 10 \times 20 = 10,000_c$ du poids de 11 kilogr. qui, multipliés par le cosinus de 31°, nous donnent $7^k,78$; pour les deux versoirs.	$15^k 56$
2° Frottement, 4,74.	9,48
3° — sur le sol par le poids de l'instrument, $45,56 \times 0,61$.	27,79
	52,83

La machine mise en mouvement, marchant avec la vitesse de $1^m,10$ par seconde, exigeait un effort de 50 kil., ce qui nous a donné $55^{km},1$ par mètre.

III. Enfin nous avons cru devoir faire varier la profondeur du sillon ; nous l'avons réduite à $0_m,16$.

1° Le cube de terre était pour chaque versoir de $50 \times 10 \times 16 = 8000^c$ et la pesanteur $8^k,8$, qui, multipliés par le cosinus de 31°, donnent $6^k,23$; pour les deux versoirs.	$12^k 46$
2° Frottement, 3,80.	7,60
3° — de l'instrument	25,90
	45,96

La machine mise en mouvement marchait avec la vitesse

de 1m,20 par seconde, et exigeait un effort de 35k, qui nous donnent 41km par mètre au lieu de 46. Il semble que la rapidité de la machine diminue les frottements sur le sol.

Le chiffre élevé de la résistance de l'outil chargé en comparaison de celle de l'ouvrage fait par l'outil non chargé nous indique assez qu'il faut alléger autant que possible la monture de cet instrument; le moyen d'y parvenir est de le faire en fer forgé, qui a beaucoup de ténacité pour de petites dimensions. On se procure ainsi des buttoirs de 20 kil. On voit qu'à 0m16 de profondeur le travail du buttoir peut être fait commodément par un petit cheval.

CHAPITRE V.

Instruments qui coupent la terre verticalement, horizontalement, et qui la retournent par une action continue (Charrue).

Section Ire. — *Disposition relative des outils.*

L'araire de Virgile, comme celle du sud de l'Italie, de l'Afrique et de la Provence, n'est encore qu'un soc pointu avec deux oreilles en orme de coin qui repoussent la terre sur les côtés. Mais enfin, et l'on ne saurait en fixer l'époque précise, on comprit que pour parvenir à une culture parfaite il fallait réunir ensemble tous les effets des outils élémentaires : couper verticalement la terre, comme le faisait le coutre, la séparer des couches inférieures par une section horizontale, comme le faisait le soc, enfin la retourner au moyen du versoir ; et l'on eut enfin la charrue, instrument par excellence de l'agriculture. La théorie de la charrue, sur laquelle on a tant écrit et tant raisonné, n'est ainsi que la réunion de la théorie de tous ces instruments. Il ne s'agit plus pour nous, après tout ce qui

précède, que de combiner l'action du coutre, du soc et du versoir de manière à ce qu'ils ne se contrarient pas ; puis de les soumettre à l'action d'une force agissant dans la meilleure direction possible.

Nous faisons précéder les autres parties de la charrue par le coutre, parce que son action est complétement indépendante des deux autres. Si le soc agissait le premier, sa monture aurait à faire l'action du coutre lui-même, puisque dans son mouvement de progression en avant il rencontrerait la couche de terre qui lui ferait obstacle. Le soc marche ensuite, pour que le versoir n'ait qu'à soulever et non à arracher la bande de terre qu'il soulève ; enfin le versoir marche à la suite du soc. Tel est en effet l'arrangement adopté pour combiner ensemble l'action des différentes pièces de la charrue.

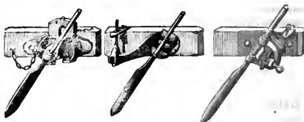


fig. 45.

Le coutre doit avoir à peu près une longueur égale à la profondeur que l'on veut donner au labour, pour qu'il puisse détacher de sa voisine la bande de terre à enlever. M. Mathieu de Dombasle voudrait qu'il ne pénétrât pas au delà de la moitié de la profondeur du labour [1] ; mais il y a alors, de la part du versoir, une action d'arrachement de la bande qui exige plus de force que celle d'une simple section, surtout quand le terrain est herbeux et compacte. Dans les terrains légers et sablonneux, le coutre devient inutile, puisque les particules de terre

(1) *Annales de Roville*, tome IV, p. 413.

ont peu d'adhérence entre elles et que le versoir les enlève facilement. Dans les terrains pierreux il est nuisible, parce qu'il trouve sur son chemin des obstacles qui l'arrêtent ou le brisent; mais, hors ces deux cas, on doit faire précéder l'action du soc par celle du coutre, et lui donner une longueur telle qu'il aille à peu près joindre la pointe du soc.

Le coutre doit avoir son fil dans la direction de la marche de l'instrument et non pas oblique, comme on le place quelquefois quand sa position sur la monture ne permet pas de lui faire atteindre la direction de la pointe du soc; il vaut beaucoup mieux, pour remédier à ce défaut, se servir d'un coutre coudé, qui ramène le couteau sur la ligne directrice de la charrue, ou le placer au milieu de l'age.


fig. 46.

Le soc doit avoir la même largeur que la partie la plus avancée du bord inférieur du versoir, sans quoi le versoir trouverait encore une résistance latérale qu'il ne pourrait vaincre que par un arrachement ou une compression.

On adapte à la charrue un soc formé par un triangle rectangle coupant par son hypothénuse; cette partie du soc *abc* prend le nom d'aile du soc. La tige postérieure *bd*, qui a pour but de fixer le soc à la monture de la charrue, s'appelle la *souche* (*fig.* 47, 48, 49).


fig. 47.


fig. 48.


fig. 49.

On comprend que la charrue traçant des sillons côte à côte, pour pouvoir toujours verser la terre dans le vide, son soc ne

doit avoir qu'un côté tranchant, et elle doit n'avoir qu'un seul versoir, du côté où se trouve le sillon qui précède celui que l'on ouvre. La bande A doit être versée dans le vide B (*fig.* 50), puis la bande D sera versée dans le vide qui avait été laissé par l'enlèvement de A, et ainsi de suite.



fig. 50.

Le versoir doit être une surface continue avec le tranchant du soc ; son bord inférieur doit donc venir s'appliquer très près de ce tranchant. Si ce n'était l'usure plus rapide du soc et la nécessité de le changer ou de le travailler pour le regarnir d'acier, tandis que le versoir dure autant que la charrue, on pourrait fabriquer d'une seule pièce ces deux outils élémentaires.

Quelle doit être la proportion du versoir avec les autres pièces de la charrue ? Les uns veulent que sa hauteur soit égale à la largeur du soc, ou pour mieux dire à celle du labour, puisque c'est la tranche ainsi coupée qui doit s'appliquer à sa surface et qu'il est chargé de renverser. Ceci est vrai pour le versoir héliçoïde ; mais le versoir paraboloïde ne couchant pas la tranche de terre détachée sur sa surface, et se bornant à la culbuter par un mouvement de pression, doit avoir pour hauteur, non la largeur, mais la profondeur du labour, pour qu'aucune partie de la tranche ne se renverse en dedans par-dessus son bord.

SECTION II. — *Moyen d'attache des outils.*

La disposition relative des outils qui composent la charrue étant ainsi déterminée, il faut examiner les moyens par lesquels ils sont fixés solidement à la place marquée ; en un mot, il faut décrire la monture qui forme le corps de la charrue.

Pour parvenir à ce but, on fait un assemblage solide de

quatre pièces de bois (*fig.* 51 et 52) : la première *ab* se nomme l'age ; elle se prolonge en avant pour recevoir les palonniers où sont attelés les chevaux ; elle est souvent traversée par le



fig. 51.

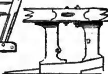


fig. 52.

coutre. Les deux pièces *ac*, *df* sont appelées les *étançons;* l'étançon antérieur prend aussi le nom de *gendarme;* il sert d'appui à la partie antérieure du versoir ; les étançons lient l'age avec la quatrième pièce inférieure *ef* que l'on appelle le *sep* et à laquelle on assujettit la souche du soc par des anneaux, par des brides, des coins, ou en l'emboîtant dans la souche par le moyen de sa construction évidée en arrière. Le versoir est maintenu en arrière à la distance nécessaire de l'age par un *arc-boutant*, partant de l'age ou de l'étançon postérieur.



fig. 53.

Ces dispositions générales, qui font comprendre le bâtis ordinaire de la charrue, peuvent être modifiées d'un grand nombre de manières que nous indiquerons plus tard, après avoir complété la description de la charrue.

SECTION III. — *Application de la force à la charrue.*

La charrue présente ainsi trois résistances différentes : l'une placée sur le milieu de la base du soc, la seconde sur le milieu du tranchant du coutre, la troisième au centre de gravité de la tranche de terre qui monte le long du versoir. La ligne de tirage doit être le prolongement de la résultante des résistances.

Supposons que le soc, large de $0^{m},280$, occasionne une résistance de 256 kil., que le coutre en occasionne une de 137, et le versoir une autre de 19 kil.; on observe que la ligne directrice de la résistance du soc passe par le milieu de sa base

par *ab*, que celle du coutre passe par le bord extérieur du soc; enfin, que celle du versoir, qui a la même largeur que le soc, passe aussi par le entre du soc; nous aurons donc, pour les résistances passant par ce dernier point, 256 + 19 = 275, et pour celles passant par le bord extérieur du soc, 137. Dans ce cas, la résultante passera par les $\frac{137}{275}$ de $0^m,140$ qui séparent les deux résultantes de la résistance, ou à $69^{mill},8$ du bord extérieur du soc, et non sur la directrice de l'age qui est aussi celle de ce bord. Mais ces résistances n'agissent pas sur le même plan horizontal.



Fig. 54.

La ligne de résistance du coutre est au milieu de sa longueur, et si le labour a $0^m,16$ de profondeur, le centre de la résistance sera à $0^m,08$ au-dessus du soc. Le versoir héliçoïde ayant $0^m,28$ de hauteur, la résistance sera à $0^m,14$ au-dessus de l'horizontale passant par le plan du soc. Ainsi le point de la résistance sera, entre le soc et le coutre, les $\frac{137}{256}$ de 8 c. ou à $42^{mill},6$ au-dessus du milieu de la partie agissante du coutre, ou à $37^{mill},4$ au-dessus du plan du soc. Là se concentrera une résistance de 137 + 256 = 393. Nous trouvons le point de la résistance entre la résistance du versoir 19^k et celle-ci; en prenant les $\frac{19}{393}$ de $102^{mill},6$ qui les séparent, nous avons $4^{mill},9$; ainsi le centre de gravité des résistances est placé à $37^{mill},4$ + $4^{mill},9$ au-dessus du niveau du soc, ou à $42^{mill},3$; et comme nous l'avons trouvé à $69^{mill},8$ du bord extérieur du soc, c'est à ce point, situé à $42^{mill},3$ au-dessus du soc et à $69^{mill},8$ de son bord extérieur, que, dans une charrue ainsi conformée, devrait être attachée une force tirant horizontalement pour faire équilibre à la résistance de la charrue.

La position du centre de gravité des résistances changerait en faisant varier les termes du calcul ; ainsi la dimension des éléments de la charrue, la profondeur et la largeur du labour, la ténacité de la terre, sa pesanteur étant changées, le centre de

gravité serait immédiatement transporté ou plus à droite ou plus à gauche, ou plus haut ou plus bas. Il y a plusieurs de ces termes qui restent fixes pendant l'exécution du même travail, mais la ténacité de la terre peut varier à chaque instant. Ainsi, bien que l'on puisse prendre des mesures assez précises pour attacher la force au centre de gravité moyen de l'instrument pendant le travail, on ne peut prévoir toutes les variations que la disposition des couches de terre, la présence de pierres ou de racines dans le sol amèneront dans la ténacité. Il y a donc aussi des moyens passagers, transitoires à employer pour maintenir la charrue dans sa direction quand ces obstacles se présentent. Nous allons examiner les uns et les autres.

Section IV. — *Moyens permanents de faire varier le point d'application de la force (régulateur).*

Une charrue vient de labourer un terrain qui se trouve précisément dans l'hypothèse que nous avons posée dans l'article précédent; son soc éprouvait une résistance de 256 kil., son coutre de 137 kil., et son versoir une résistance de 19 kil. Nous avons vu que le point où se réunissaient les résultantes de ces diverses résistances se trouvait à $69^{mill},8$ du bord extérieur du soc, et à $42^{mill},3$ au-dessus du plan de ce même soc. La ténacité de la terre était alors de $0^{m},020$. Mais si cette ténacité tombe à $0^{m},040$, le soc n'oppose plus qu'une résistance de 111 kil., le coutre de 82, le versoir de 15. Le centre de gravité de ces résistances n'est plus le même, il n'est pas même proportionnel aux changements survenus dans la ténacité; et si l'on refait le calcul dont nous avons indiqué le résultat plus haut, on trouvera que la ligne directrice des forces horizontales passe à $92^{mill},6$ du bord extérieur du soc, et les résistances verticales à $51^{mill},7$ au-dessus du plan du soc. Il faut donc déplacer la ligne de tirage, l'éloigner du bord extérieur du soc et en même temps l'élever au-dessus de son niveau; sans cette précaution, la

charrue marche de travers, puisque ses résistances tendent toujours à contrarier l'effort de la puissance. Ainsi, pour la même charrue, un changement de ténacité de la terre change le point d'attache de la force ; une modification dans la profondeur ou la largeur du labour produirait le même effet.

Si l'age porte sur un avant-train à roues, on modifie la ligne de tirage en hauteur au moyen d'une simple cheville en fer qui retient la chaîne servant à rattacher l'avant-train à l'age de la charrue. (*fig.* 55). Cette cheville, plantée dans des trous placés plus en arrière ou plus en avant, tend à rapprocher ou à éloigner l'avant-train de la charrue, et par conséquent à augmenter ou à diminuer l'angle du tirage. On se sert aussi de différents moyens mécaniques (*fig.* 56, 57, 58) pour élever l'age, qui porte sur la



fig. 55.

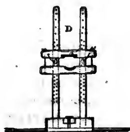


fig. 56.

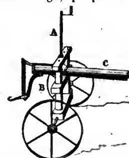


fig. 57.

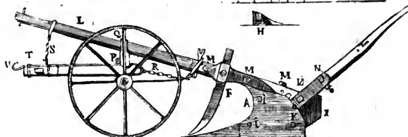


fig. 58.

pièce de l'avant-train que l'on nomme sellette; moyens mécaniques très variés et qu'il est très facile de concevoir d'après les figures ci-contre Le mode le plus solide et le moins compliqué est toujours celui que l'on doit adopter dans les instruments de travail agricole. Dans les charrues à avant-train, on s'est peu occupé de faire varier la direction latérale; les résistances que l'on éprouve dans ce sens ne sont pas très sensibles, étant contenues par la marche des roues; mais elles n'en existent pas moins et contribuent à des pertes de forces et à des irrégularités de labour qu'il serait facile de signaler. Cet inconvénient est inévitable, car le laboureur ne se sert de régulateur que quand la marche oblique de son instrument l'avertit du vice de sa ligne de tirage, et comme ici rien ne vient le mettre en garde, une disposition qui lui permettrait de faire mouvoir l'age sur la sellette à droite et à gauche et qui combattrait ce défaut lui serait inutile, parce que le défaut serait inaperçu par lui.

Pour les charrues sans avant-train, on a imaginé plusieurs espèces de régulateurs très simples pour modifier la ligne de tirage, soit latéralement, soit de haut en bas.

Le plus connu est celui représenté dans la figure ci-contre (*fig.* 59). La branche horizontale glisse à volonté dans une mortaise placée à l'extrémité de l'age pour faire varier ainsi la direction latérale de la ligne de tirage; la branche verticale CD porte une crémaillère qui l'élève ou l'abaisse, suivant que la chaîne d'attache est passée dans une dent plus ou moins élevée.

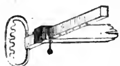


fig. 59.

Le régulateur le plus commun, qui consiste en un anneau fixé plus ou moins près de l'extrémité de l'age par une cheville en fer remplissant le même office, si sa partie inférieure était taillée à crémaillère,



fig. 60.

donnerait l'écartement transversal, tandis que la position plus ou moins avancée de l'anneau donnerait l'écartement vertical,

Mais on peut aussi régler l'élévation du point d'attache au moyen d'une roue ou d'un sabot placé en avant de l'age, et pouvant s'élever ou s'abaisser au moyen d'un montant garni de trous que l'on fixe à l'age par une cheville en fer qui le traverse. Il suffit ensuite d'un régulateur à crémaillère latérale, comme on le voit (*fig.* 61), pour déterminer le point d'attache à droite ou à gauche.



fig. 61.

Par ce moyen et par une foule d'autres que l'on peut aisément imaginer, le cultivateur ne tarde pas à reconnaître, après avoir fait quelques pas, les vices du tirage; il voit si sa charrue pique trop en terre, ce qui indique que le point d'attache est trop élevé, ou si la pointe du soc se relève et refuse de mordre, ce qui est le signe qu'il est trop bas; il s'aperçoit si sa charrue marche de travers et tend à faire des sillons plus larges que le soc, parce que l'oreille agit alors comme coin sur la terre non détachée, ou si, au contraire, elle marche de travers dans le sens opposé et tend aussi à faire des sillons plus larges et des tranches mal versées par le frottement de la pointe postérieure du sep, tandis que l'extrémité postérieure du versoir se dérobe. Dans les deux cas, le tirage augmente sensiblement.

C'est à tort que les cultivateurs veulent changer la largeur de leurs sillons au moyen de leurs régulateurs; ils n'y parviennent alors qu'en produisant l'un ou l'autre de ces effets pernicieux, et c'est cependant ce que recommandent presque tous les traités de culture. La largeur du sillon doit toujours être déterminée par la largeur du soc marchant dans une direc-

tion perpendiculaire à sa base. Quand on veut changer la largeur du sillon, il faut changer de soc et proportionner l'évasement du versoir à cette largeur. Toute autre manière d'opérer est fautive et entraîne un travail imparfait et une grande déperdition de force.

SECTION V. — *Moyens transitoires de faire varier les points d'application de la force (manches).*

Nous avons dit que dans son mouvement la charrue éprouvait des résistances variables de moment en moment, causées par les changements qui surviennent dans la ténacité du sol et aussi dans les obstacles que rencontrent le soc et le coutre, tels que les pierres et les racines qui se trouvent dans l'intérieur de la terre; que ces résistances, qui se répartissent diversement sur les trois outils élémentaires, changent le centre des résistances, et par conséquent le point où doit se faire l'application de la force; qu'ainsi la charrue la mieux réglée pour l'état moyen de la pièce de terre que l'on cultive et pour la profondeur que l'on veut donner au labour se trouve néanmoins incessamment dérangée par ces variations accidentelles. Il y avait deux moyens d'y pourvoir; le premier et le plus simple, c'était d'appliquer à la charrue une force intelligente qui intervînt selon le besoin, pour corriger ce que sa marche avait de trop irrégulier; le second consistait dans la multiplicité et la solidarité de plusieurs socs, de plusieurs versoirs, de plusieurs coutres, qui, marchant de concert et embrassant une certaine largeur, trouvant par conséquent des obstacles différents, se compensassent les uns les autres et se maintinssent dans une direction moyenne. C'est ce que l'on appelle les charrues polysocs. Nous allons examiner ces deux solutions. Commençons par celle qui consiste dans l'application de la force de l'homme à la charrue. Si l'on adapte derrière l'age

deux longs leviers en bois qui s'élèvent jusqu'à hauteur d'appui de l'homme, on lui donne le moyen de peser sur l'arrière du sep quand la pointe du soc tend à s'enfoncer, de soulever le sep quand le soc tend à sortir de terre, de le diriger à droite ou à gauche selon la tendance instantanée qu'il montre pour s'écarter dans une direction contraire. Ces leviers portent le nom de *manches* ou *mancherons* de la charrue. Les manches varient de longueur selon les différents pays; ils n'ont d'ordinaire que 2 mètres à partir du sep, et on leur en a donné jusqu'à 3 en les inclinant davantage. En qualité de levier, leur longueur augmente leur puissance; mais aussi les longs manches exigent de plus grands mouvements de la part de l'ouvrier et ne transmettent pas ses efforts avec la même promptitude que ceux qui sont plus courts.

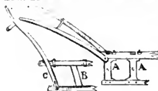


fig. 62.

On n'adapte souvent qu'un seul manche aux charrues légères, à celles qui sont destinées à cultiver des terrains ameublis dès longtemps et amenés à un état parfait d'homogénéité qui ne laisse pas prévoir de fréquentes déviations. Alors le laboureur, appuyant sa main gauche sur le manche, se sert de la droite pour tenir les rênes des chevaux. Mais le plus souvent les charrues ont deux manches; les rênes sont passées dans leur enfourchure, et il est rare que l'on ait à s'en servir beaucoup, les animaux employés aux labours étant ordinairement dociles, et leur route étant toute tracée par le sillon précédemment creusé.

SECTION VI. — *Direction de la force appliquée au centre des résistances.*

La question de la charrue serait ici terminée si l'on pouvait appliquer au centre de résistance ainsi déterminé une force

tirant parallèlement à l'horizon ; telle serait une corde tournant autour d'un treuil et attachée à ce centre que nous avons déterminé. Toute la charrue consisterait alors dans la réunion de trois outils et d'un anneau propre à recevoir l'extrémité de la corde (*fig.* 63). C'est sur ce principe qu'ont été construites les

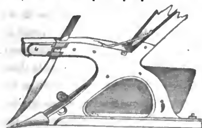


fig. 63.

charrues à treuil. Telle était celle de Bierley, qui avançait de 125 mètres par heure avec une force calculée de 699^k par seconde, ce qui résulterait de l'effort de 15 $\frac{1}{2}$ chevaux marchant à la vitesse d'un mètre. En ayant égard à la perte de force occasionnée par le treuil, la roideur des cordes, leur frottement sur le sol, etc., cette charrue emploierait une force équivalente à celle de 32 chevaux ; il y aurait la moitié de la force perdue. C'est toujours ce qu'il y a à craindre dans l'emploi de machines qui



fig. 64.

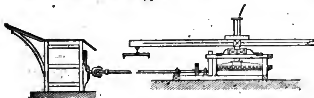


fig. 65.

servent d'intermédiaires éloignés entre la force et la résistance. Nous avons vu aussi des charrues à treuil employées à l'arrachement de la garance; un âne ou un faible cheval ouvrait un sillon pour lequel il avait fallu employer 24 chevaux. La corde, en s'enroulant sur un tour, diminuait la force de tirage nécessaire, mais en augmentant en proportion le temps employé à faire l'ouvrage. On n'ouvrait en une heure qu'un sillon de 160 mètres de longueur, et, au bout de chaque sillon, il y avait beaucoup de temps perdu pour remettre la charrue en place, comme elle le devait être pour commencer un nouveau sillon. Il y avait à peu près moitié d'économie sur le travail fait à bras, mais il fallait près de 10 journées pour labourer 1 hectare, que les 24 chevaux auraient labouré en 12 heures avec à peu près la même dépense. En 1841 M. Georges fit fonctionner un treuil sur une charrue à la Dombasle; il traça, dit-on, en 18 minutes, trois sillons parallèles de 16 mètres de longueur, ayant $0^m,22$ de largeur et tout autant de profondeur; six hommes manœuvraient le treuil en se relayant. Ce treuil avait $3^m,30$ de diamètre, et les hommes agissaient sur un levier qui, au point d'appui de leurs mains, avait $1^m,50$ de longueur. Si nous supposons que la terre eût une ténacité de $0^m,050$, la résistance de cette charrue devait être de 206 kilogr., qui est la force d'à peu près 4 chevaux ordinaires. Ces chevaux auraient labouré en 8 heures de travail l'étendue de 33 ares au moins [1]. La charrue en question n'avait pu les labourer qu'en 62 heures. Pour comparer le prix des deux travaux, il suffit de mettre en comparaison 32 heures d'un cheval et 372 heures d'un homme. Mais si, au lieu de 6 hommes, on eût employé 1 cheval, l'on voit encore que le mécanisme du treuil aurait occasionné une perte de moitié sur la force employée. Il est donc toujours désavantageux de se

(1) Laur, *Culture de la garance*.

servir de ces instruments intermédiaires, comme nous l'avons dit plus haut. Un tel mode de culture ne peut convenir qu'à de petits propriétaires isolés qui ne pourraient réunir, pour accomplir des opérations difficiles, les forces qui leur seraient nécessaires. Nous devons donc préférer avant tout l'application directe de la force au centre de la résistance.

Ce sont ordinairement des quadrupèdes qui sont employés pour tirer la charrue ; mais alors le point de départ de la force, le poitrail du cheval ou la nuque des bœufs, se trouvent placés au-dessus du point de la résistance. La direction de la force n'est donc pas horizontale et parallèle au chemin à faire parcourir à l'outil, qui est le fond du sillon : elle est oblique, et par conséquent il y a toujours décomposition de la force, dont une partie est employée à soulever la charrue. Ainsi supposons que la force nécessaire pour surmonter la résistance C (*fig.* 66) soit égale à 4 ; si la force, au lieu d'agir dans la direction CD, agit dans la direction AC faisant un angle de 15 degrés avec la ligne DC, nous trouverons, en construisant le parallélogramme des forces, qu'une partie de la force égale à AD est employée à soulever la charrue, tandis qu'une autre force égale à DC est employée à la faire avancer. Il faut donc faire DC = 4, et pour trouver la valeur de AC nous aurons :

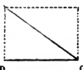


fig. 66.

$$AC = \frac{R \times DC}{cos.\ 15^{\circ}}$$

Et dans ce cas :

$$AC = \frac{R \times 4}{cos.\ 15^{\circ}} = 4{,}62.$$

Ce n'est donc plus seulement 4 de force, mais 4,62 qui doivent être appliqués au point C, sous l'angle de 30° pour surmonter la résistance de 4 dans la direction horizontale. C'est un septième de la force en sus. Le cheval, en outre, supporte sur

sa nuque un poids représenté par AD, que l'on obtient par cette formule :

$$AD = \frac{sin.\ C. \times EC}{sin.\ A}.$$

Dans le cas ci-dessus nous avons AD = 1,07. Le cheval supporte ainsi un poids vertical égal au quart de la force nécessaire au tirage.

Le plus grand mal n'est pas dans cette augmentation de force exigée du moteur, mais il vient de ce que la décomposition des forces se fait sur les épaules ou sur la nuque en y pesant. Dans le cas que nous venons de décrire, avec un septième de la force totale, le cheval devient à la fois un cheval de bât et un cheval de trait. Une force le sollicite dans le sens de la pesanteur, tandis qu'il doit progresser en avant. Plus l'angle de tirage est ouvert, plus il s'éloigne de l'horizontale et plus cet effet devient sensible. Il est toujours exprimé, comme nous l'avons vu, par le quotient de la force requise divisée par le cosinus de l'angle de tirage.

Nous avons supposé, dans ce que nous venons de dire, que la charrue continuait à se maintenir dans sa position horizontale ; mais, étant composée de deux pièces inflexibles, le sep et l'age, réunies sous un angle, la force étant attachée à l'extrémité de l'age et la résistance à l'extrémité du sep, voici ce qui doit arriver : d'après les principes de la mécanique, la force se transmet en ligne droite à la résistance, et quand elle trouve un angle sur son chemin, elle imprime au système un mouvement de rotation tel que la rectilinéité soit rétablie. Si le système est inflexible et n'obéit pas au mouvement de rotation, la force se décompose en


fig. 67.


fig. 68.



fig. 69.

arrière de l'angle. Ainsi, soit *ab* l'age, *cb* le sep, *f* le point

de départ de la force, *c* le centre de la résistance; si *f* tire sur le point *a* où elle est attachée sous un angle plus petit que l'angle *b*, elle tendra à faire tourner le système sur le point *c* et fera piquer la pointe du soc en terre; si l'angle est plus grand, et c'est ordinairement ce qui a lieu, la force fera tourner le système sur le point *b*, et tendra à faire sortir le soc de terre.

Il fallait remédier à ces inconvénients. Le premier moyen que l'on a employé a été l'application de la force de l'homme à l'extrémité des manches de la charrue, qui soulève la pointe du soc en pesant sur eux, ou les maintient en terre en les soulevant. Ces deux mouvements sont alternativement nécessaires à cause de la variation de ténacité et du déplacement continuel du centre des résistances. Ce moyen est très efficace, puisqu'il remédie instantanément à la succession d'accidents que manifeste la marche de la charrue, sans beaucoup augmenter la force de tirage nécessaire; mais aussi il est pénible, il rejette sur l'homme une partie de la fatigue dont il se croyait déchargé par l'invention de la charrue: aussi n'a-t-on pas tardé à recourir à d'autres moyens pour éviter cette intervention.

Voici comment on a raisonné : pour diminuer et même pour rendre inutile le travail de l'homme, il ne s'agit que de rendre impossible le mouvement de rotation de la charrue sur la pointe du soc ou sur le talon du sep, ainsi que les mouvements latéraux occasionnés par les changements de ténacité des terrains. Si nous attachons l'age à un avant-train porté sur des roues, assez résistant pour que les efforts qui tendraient à l'abaisser ne puissent pas le faire fléchir et pour que les mouvements latéraux soient impossibles, dès lors la charrue reste en terre dans sa position horizontale et dans la direction de la force, et l'homme n'est plus que le spectateur tranquille de sa marche, se bornant à diriger les chevaux en ligne droite. De plus, les chaînes d'attache passant par l'essieu se trouveront à peu près à la hauteur du poitrail du cheval, qui tirera presque horizontalement, et le

collier, n'étant plus sollicité en contre-bas, ne pèsera plus sur lui. C'est ainsi que l'on a passé de la charrue sans avant-train, improprement appelée *araire* (celui-ci n'étant autre chose que le soc sans versoir), au système de la charrue à avant-train. Un des deux avantages a été obtenu. Le soulagement des hommes est certain. Quant aux chevaux, on a supprimé la pression de bas en haut qu'ils éprouvaient, et c'est un grand soulagement; mais l'on n'a pas changé la perte de force qui a lieu par l'effet du tirage angulaire. En supposant que l'épaule du cheval ou le point de départ de la force soit en *f*, le centre de la résistance en *c*, la direction du tirage devrait être *ac*, et la partie de la force agissant verticalement est égale à *fa*. La même force étant transportée en *d* sur la sellette de l'avant-train, que nous supposons établie à la hauteur de l'épaule du cheval, la partie de la force agissant verticalement est représentée par *bd*, qui est égal à *fa*. La décomposition des forces qui se fait sur l'avant-train est donc la même que celle qui se faisait sur l'épaule du cheval; la perte est donc la même pour le tirage, en supposant que l'angle de tirage restât le même; mais on conçoit que l'avant-train, en écartant les chevaux de la charrue, tend à diminuer cet angle. On a de plus cependant le frottement occasionné par le poids de l'avant-train chargé de cette partie de force perdue. Ici, comme dans la charrue sans avant-train, c'est la longueur des traits, la diminution de l'angle que fait la ligne avec l'horizon, qui peut seulement diminuer cette déperdition de force.


fig. 70.

Mais ce qui augmente surtout la résistance, c'est l'inflexibilité de la charrue; contenue sur l'avant-train par les liens qui l'assujettissent, elle ne peut plus dévier ni tourner les obstacles: il faut qu'elle les surmonte. Le soc ou le sep tendant à sortir de terre, il faut qu'elle les maintienne. On fait donc un tra-

vail plus régulier, mais avec un emploi de force plus irrégulier. La force de tirage varie sans cesse; il faut des coups de collier, des efforts fréquents pour maintenir la charrue dans sa direction, à cause des variations qu'éprouve son centre de résistance.

Si l'assemblage de la charrue avec l'avant-train était absolument inflexible, elle rencontrerait souvent des obstacles insurmontables. C'est ce que l'on a éprouvé toutes les fois que l'on a voulu rendre trop intime l'adhérence de l'age et de l'avant-train, comme, par exemple, quand on a placé l'age carré entre deux montants serrés présentant une ouverture



fig. 71.

carrée (*fig.* 71). Il faut laisser un certain jeu à l'age sur la sellette de l'avant-train, et réserver encore au laboureur quelque emploi de sa force et de son intelligence sur les manches de l'instrument. Les leviers latéraux de Grangé (*fig.* 72), qui lient la charrue à l'avant-train, l'un par-dessus et l'autre par-dessous, dispensent sans doute le

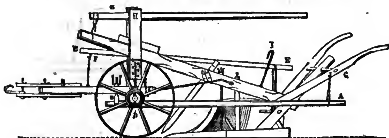


fig. 72.

laboureur de toucher aux manches pour abaisser ou relever la charrue, mais n'agissent pas pour prévenir les mouvements latéraux qui tendraient à la faire dévier à droite ou à gauche.

Le troisième moyen employé pour régulariser la marche de la charrue consiste dans l'emploi simultané de socs accouplés qui, ne rencontrant pas tous ensemble les mêmes accidents de terrain, compensent leurs irrégularités l'une par l'autre. Plus les socs sont nombreux, et plus on a de chances d'obtenir

l'effet désiré et d'avoir une charrue qui marche régulièrement sans l'intervention de l'intelligence et de la force de l'homme.

Les polysocs convenablement construits devraient effectuer le même labour que les charrues isolées et décharger complétement le laboureur de tout travail de force; il n'aurait plus qu'à conduire ses chevaux. Un seul laboureur suffirait pour conduire plusieurs socs, tandis que chaque charrue exige le sien; enfin la régularité du labour devrait être beaucoup plus grande. Il y a bien longtemps que l'on a eu cette idée; elle remonte à Jacques Bresson, qui en 1578 fit graver une charrue à plusieurs socs dans le *Recueil de Béroalde*. Nous nous bornons à présenter à nos lecteurs le trisoc de Bedfort, qui donnera une idée de tous les autres (*fig*. 73 et 74).

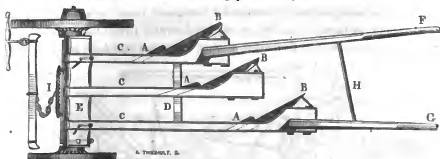


fig. 73.

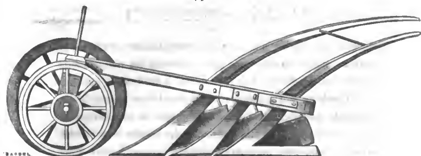


fig. 74.

Les polysocs construits jusqu'ici paraissent conserver encore une partie des défauts des charrues, soit par la difficulté de régler leur entrure, de les faire prendre en terre et de les relever, soit parce que les déviations de direction de l'avant-train sont fréquentes, et qu'alors elles agissent sur les socs, qui sont maintenus en terre d'une manière presque inflexible par la ténacité du sol et occasionnent de très grandes pressions latérales qui augmentent la résistance ou qui peuvent aller jusqu'à briser le sep. Ces difficultés, que le laboureur a senties sans pouvoir s'en rendre compte, sont sans doute la cause de l'abandon où l'on n'a pas tardé à laisser ces machines.

Le polysoc de M. Godefroy (*fig.* 75 à 78) est une véritable machine de précision. Il a obtenu ces avantages surtout par la combinaison des trois roues indépendantes les unes des autres, et pouvant s'élever et s'abaisser selon la profondeur des labours. Les versoirs jettent la terre à droite; la première roue, que l'on appelle *roue supérieure*, marche à gauche sur le terrain non labouré; la seconde, la *roue conductrice*, placée à droite et en avant, parcourt le dernier sillon fait, et la roue suivante le sillon qui se fait au fur et à mesure qu'il est ouvert. Ces trois roues suivent donc trois traces différentes, mais parallèles entre elles. La roue conductrice, engagée dans le sillon déjà ouvert et ne pouvant pas s'en écarter, assure la direction invariable de l'intrument; les deux autres roues ne font que le soutenir. Ainsi plus de déviation possible à droite et à gauche. La facilité que l'on trouve à régler l'élévation des roues permet d'établir la parfaite horizontalité de tout le système, et par conséquent l'égalité d'entrure des socs. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de toutes les parties si bien combinées de cette machine, dont la vue ou au moins le dessin en grand et la description pourraient seuls faire connaître tout le mérite. Un seul laboureur la dirige sans difficulté en conduisant les chevaux, qui ne peuvent s'écarter de la direction, con-

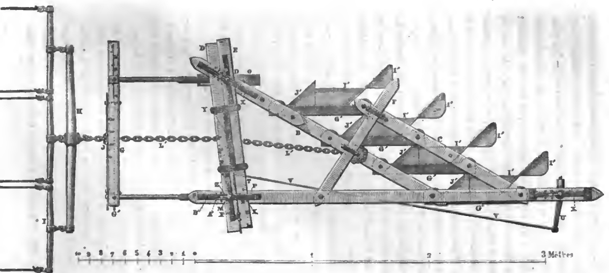


Fig. 75. — *Plan général.*

On voit qu'en plan la charrue forme, par les points que représentent ses trois roues, un espace de triangle rectangle dont on augmente ou diminue le petit côté selon qu'on varie l'écartement des socs.

Fig. 76. — *Élévation latérale de la charrue du côté du terrain non labouré.*

On voit que malgré la différence horizontale de la ligne de parcours d'une des roues avec les deux autres, la charrue conserve son horizontalité à l'égard de ses agents principaux ou de ses pièces d'action sur la terre.

Fig. 77 et 78. — *Vue de la charrue par devant et par derrière.*

On voit la roue supérieure marcher sur le terrain non labouré et être suivie d'un des socs, la roue conductrice parcourir le dernier sillon fait, et la roue suivante parcourir le dernier sillon au fur et à mesure qu'il se fait.

Nota. Les mêmes lettres indiquent les mêmes pièces dans les diverses figures, et les *petites* lettres n'indiquant que des accessoires sont à peu près inutiles.

A. Flèche ou maître-age, toutes les pièces de l'appareil viennent y aboutir.

B. Grande branche du parallélogramme formant porte-soc.

C. Petite branche du porte-soc.

D. E. Pièces en bois fixées par l'une de leurs extrémités : la première à l'essieu vertical de la roue supérieure qui la traverse, et l'autre à l'essieu de la roue conductrice qui la traverse également. Ces pièces, libres à leurs autres extré-

mités, sont contiguës l'une à l'autre et glissent l'une contre l'autre en sens opposé. Elles sont ceintes, sans en être serrées, par le double collier du régulateur de la chaîne d'attelage qui glisse lui-même sur elles.

Ces deux pièces servent à rapprocher ou éloigner, — comme à maintenir au point où on le veut — le porte-soc de la flèche.

F. Support qui part du dessous de la flèche à laquelle il adhère, passe au-dessous de la première branche de porte-soc pour soutenir la seconde.

G. Épars ou traverse s'allongeant ou se raccourcissant au moyen d'une vis *fixe* à écrou *mobile*.

H. Maître palonnier. III. Petits palonniers.

J. Vis *fixe* à écrou *mobile* réglant l'écartement des deux branches du timon.

C'. Vis *fixe* à écrou *mobile* faisant aller et venir le régulateur de la chaîne de tirage.

L. Essieu vertical de la roue conductrice. — M. *Id.* de la roue supérieure.

N. *Id.* de la roue suivante.

O. Roue conductrice. P. Roue supérieure. Q. Roue suivante.

R. Timon de la roue conductrice. S. Timon de la roue supérieure.

Ces deux timons sont unis par leurs extrémités antérieures au moyen de l'épars.

V. Bielle qui met les trois roues en communication et les rend solidaires.

Y. Régulateur de la chaîne d'attelage. Z. Crémaillère longeant l'essieu M.

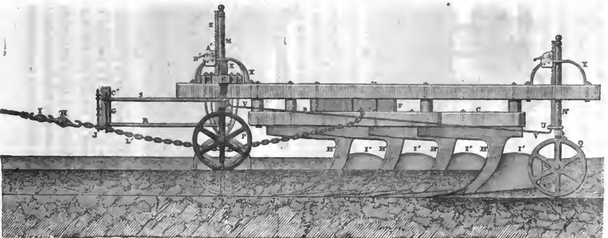
A'. Pignon de la crémaillère Z. B'. Déclic du pignon A'.

Ces trois pièces, qui se trouvent auprès de chaque essieu vertical, servent à élever, abaisser et fixer au point où on le veut l'appareil au-dessus des roues.

G' G' G' G' Ages en fonte } mêmes pièces.
H' H' H' H' Gorges des ages }

I' I' I' I' Versoirs hélicoïdes en tôle. J' J' J' J' Socs en fer.

L' L' Chaîne d'attelage.



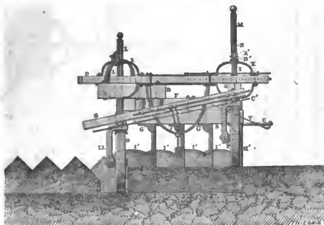


fig. 77.

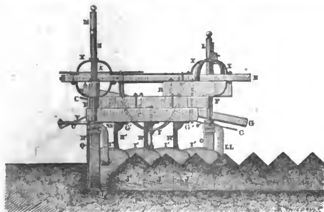


fig. 78.

traints qu'ils y sont par la résistance des deux roues conductrices et de la suivante. La machine n'a pas plus de poids que trois charrues et n'exige pas une plus grande force de tirage. Elle peut travailler à toute profondeur, selon la largeur que l'on donne aux socs et la hauteur que l'on donne aux versoirs; on peut lui faire prendre instantanément plus ou moins d'en-

trure; on peut la retirer de terre, ce que l'on fait d'ailleurs au bout de chaque sillon, le tout sans aucun effort et par des moyens mécaniques très simples; enfin elle est très solide. On sent en outre tout l'avantage qu'il y a, dans les grandes exploitations, à pouvoir économiser le travail de plusieurs hommes nécessaires pour mener trois ou quatre charrues. Telles sont les qualités que l'expérience a forcé de reconnaître quand elle a été mise en action [1].

SECTION VII. — *Force additionnelle nécessaire pour vaincre la résistance de l'avant-train.*

Nous avons indiqué dans l'article précédent la formule au moyen de laquelle on détermine la force supplémentaire relative à l'angle que fait la ligne de tirage avec l'horizon au point du centre des résistances et celle qui pèse verticalement sur le cheval et qui, ici, va peser sur l'avant-train; il faut ajouter à ce poids celui de l'avant-train lui même. Pour y parvenir, il suffit d'apprécier ce qui a lieu pour le tirage d'une voiture d'un pareil poids sur le genre de terrain où se font en général les labours. Nous avons choisi à cet effet un terrain que nous appellerons *assaisonné*, parce qu'il est dans l'état le plus favorable à ce genre de travail. Il cède un peu sous les roues, mais sans qu'il se forme une ornière. Les essieux des avant-trains sont rarement bien conditionnés; on les fait le plus ordinairement en bois et on ne les graisse jamais. C'est un tort : des essieux de fer de petite dimension coûteraient peu, dureraient beaucoup plus, et nécessiteraient moins de tirage. Dans les conditions ordinaires, un avant-train exige un tirage représenté par les 0,08 de son poids; s'il était construit avec les con-

(1) *Voir* la notice sur le polysoc autorecteur. Cette machine, présentée à l'exposition de l'industrie, mais non essayée, y était connue sous le nom de *charrue monstre*.

ditions indiquées, il n'en exigerait probablement que 0 ,04. On fait des avant-trains trop massifs dont le poids égale quelquefois celui de la charrue (*fig.* 79), tandis qu'il est facile, en faisant

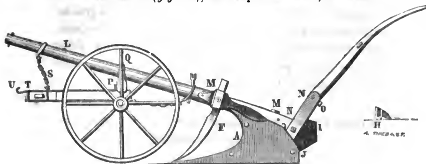


fig. 79.

plusieurs pièces en fer, ainsi que les essieux, d'avoir des avant-trains légers qui n'excéderaient pas 30 kilogr. de poids. Supposons maintenant une charrue qui exige 300 kilogr. de tirage. La ligne de tirage présente un angle de 15° avec l'horizon au centre de la résistance. Nous avons, pour le poids vertical AD pesant sur l'avant-train :

$$AD = \frac{sin.\ 15 \times 300}{sin.\ 75} = 80^{k},4\ ,$$

qui, ajoutés à 60 kilogr., poids supposé de l'avant-train, $= 140^{k},04$, lesquels, multipliés par le coefficient 0,08, nous donnent pour force additionnelle de tirage $11^{k},20$. Ainsi, en supposant que l'angle du tirage fût le même dans les deux cas de la charrue avec ou sans avant-train, les chevaux, au nombre probablement de quatre, auraient supporté chacun, avec la charrue sans avant-train, une pression verticale de 20 kilogr. sur leur nuque, on leur aurait fait porter ce poids outre la force déployée pour la traction ; dans le second cas, ils ne sont soumis qu'à un excédant de moins de 3 kilogr. d'effort de tirage sans charge verticale.

Cette proposition est vraie dans le cas où le rayon des roues de l'avant-train est d'une hauteur égale au poitrail du cheval, et où celui-ci tire horizontalement. Mais le plus souvent, pour alléger l'avant-train et le rendre moins coûteux, ses roues sont basses, et alors il y a une nouvelle décomposition de forces qui s'opère sur l'essieu, parce que l'effort tend à soulever l'avant-train et le poids qu'il supporte.

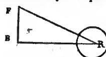


fig. 80.

Il fallait, dans le cas précédent, appliquer à la charrue une force de 311k,23 au point R (*fig.* 80), centre des roues; cette force est représentée par la force BR. Pour connaître celle qui sera nécessairement applicable, il faut trouver la valeur de FR, et pour connaître celle qui de nouveau pèsera verticalement sur la nuque du cheval, il faut trouver celle de FB. Mais l'angle R est nécessairement plus ouvert que l'angle C, qui fait avec l'horizon la ligne de tirage. Supposons qu'il soit de 20°; nous aurons alors pour la valeur de FR, qui est le tirage total nécessaire :

$$FR = \frac{R \times 311}{\cos. 20} = 331^k$$

et pour FB :

$$FB = \frac{\sin. 20 \times 331}{\sin. 70} = 113.$$

Ainsi, chaque cheval tirera avec un effort de 83 kilogr. et portera en outre un poids de 28 kilogr.

Dans la charrue sans avant-train, nous avions avec l'angle de 15°, pour le tirage, 346 kilogr. et 102 kilogr. de poids vertical, ou, par cheval, un effort de 86 kilogr. et un poids de 25 kilogr. Ainsi :

		Tirage.	Poids vertical.
Charrue sans avant-train.		346	102
Charrue à avant-train.	Roues à rayons de la hauteur du poitrail.	311	»
	Roues de petit rayon. .	331	113

Il résulte de là que la charrue la plus avantageuse, celle qui

fatigue le moins les hommes et les chevaux à égalité de travail, est une charrue à avant-train dont les roues auraient un rayon égal à la hauteur du point de départ du tirage. On est convenu que ce point était pour le cheval 0^m,1 à 0^m,2 plus bas que le poitrail, parce que, dans les coups de collier, il baisse son avant-train pour tirer avec plus de force. Le milieu de l'épaule de l'animal est situé à 0^m,17 de sa taille au-dessus du sol; ainsi la roue devrait avoir, pour des chevaux de 1^m,50 de taille, 1^m,15 — 0^m,20 = 0^m,95 de rayon. Nous reprendrons ce détail plus loin en parlant des voitures; c'est le diamètre des roues de charrettes. Mais il ne serait nullement besoin de donner à celles de la charrue la même solidité; le poids supporté par l'essieu et les jantes étant toujours très faible, elles pourront être fort légères. Si l'on est effrayé d'un changement aussi radical dans la hauteur des roues que la plupart des nouveaux inventeurs se sont attachés au contraire à abaisser, que l'on se rappelle au moins de ne pas commettre l'autre excès, et de rapprocher autant que possible l'essieu de l'avant-train du plan horizontal passant par l'épaule du cheval. N'oublions pas l'erreur dans laquelle on tomba en couronnant et louant sans mesure la charrue Guillaume (*fig.* 81), qui d'ailleurs avait de bonnes qualités,

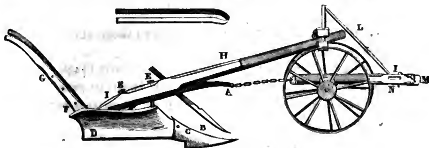


fig. 81.

uniquement pour sa ligne de tirage que l'on regardait comme parfaite parce qu'elle était horizontale. Qui ne voit que la direc-

tion rectiligne AM de la charrue et de l'avant-train ne change en rien l'angle de tirage partant du poitrail du cheval et se rendant au point B, centre des résistances? La décomposition aura lieu tantôt sur le point d'attache A de la charrue et de l'age, tantôt sur la sellette de l'avant-train, selon que la charrue piquera en terre ou se relèvera, si l'age n'est pas fixé trop solidement sur la sellette, et toujours sur celle-ci avec les précautions que l'auteur a prises pour rendre leur union invariable au moyen de la construction de sa sellette, dans laquelle l'age se trouve solidement encastré. En effet, les roues sont plus basses que le poitrail : il y aura donc une première décomposition de forces sur l'avant-train ; les roues sont plus élevées que le centre des résistances : il y aura donc encore une seconde décomposition de forces, toujours proportionnée à l'ouverture de ces angles, malgré la disposition rectiligne et horizontale de la ligne de tirage, qui n'est pas celle de la direction des forces.

SECTION VIII. — *Preuves de l'exactitude de la théorie exposée, tirées de l'expérience.*

La théorie que nous venons de développer était trop nouvelle et trop importante pour que l'on n'exigeât pas pour elle l'épreuve de sérieuses expériences. Ces expériences, nous les avons faites, et les résultats concordent entièrement avec les formules que nous avons données ; mais nous avons voulu nous mettre au-dessus de tout soupçon de complaisance pour nos propres idées, et c'est dans les expériences d'autrui, livrées à la publicité, que nous allons chercher la confirmation de nos propres chiffres.

M. Arthur Morin, de l'Académie des sciences, a fait, au moyen de son beau dynamomètre, des expériences sur la charrue dont il a déposé le détail à la Société centrale d'agricul-

ture. Elles ont eu lieu à Metz avec la charrue du pays et avec la charrue Dombasle. N'ayant pas les dimensions de la première, nous avons dû choisir les essais faits avec la charrue Dombasle, dont les proportions sont connues. On a opéré sur des terres légères, des terres de dureté moyenne et des terres fortes, que nous supposerons, d'après ce que nous connaissons, devoir donner à la bêche dynamométrique une ténacité de 0m,060, 0m,050 et 0m,030.

Dans les calculs qui ont pour but de déterminer la résistance de la charrue, il ne faut pas s'occuper de la longueur du coutre, mais seulement de la profondeur du labour. Si le coutre n'atteint pas le fond de la raie, si même il n'existe pas, c'est par arrachement qu'aura lieu la séparation de la bande de terre de celle qui l'avoisine, et cette action exige un effort plus grand que celui qui est destiné à trancher le terrain. En admettant donc l'existence théorique du coutre, on se trouvera plutôt au-dessous qu'au-dessus de la résistance réelle.

1re Expérience. Terre légère; ténacité, 0m,060; largeur du labour, 0m,280; profondeur, 0m,160; coutre, 0m,150; pesanteur de la charrue, 60 kilogr., la terre pesant 1,200 kilogr. le mètre cube, le versoir ayant 0m,320 de longueur; 4 chevaux.

Action du coutre $= \dfrac{2,75 \times 160}{60 \times 150} = 48,8$; coutre.	48k8
Action du soc $= \dfrac{2,75 \times 280}{60 \times 150} = 85,4$; soc.	85,4
Versoir, poids vertical $(0,320 \times 0,160 \times 0,280) \times 1200 \times \cos. 31° = 14,7$; versoir.	14,7
Frottement du versoir, $17^k,2 \times 0,61$; frottement. . . .	10,5
— du poids de la charrue, $60^k \times 0,61$; frottement de la charrue.	37
	196,4

L'expérience a donné une première fois 196 kilogr. ou 47km,25 avec une vitesse de 1m,04 par cheval. M. Morin dit

seulement 189ᵏ, ce qui peut provenir de l'approximation des décimales. Quel que soit le chiffre que l'on adopte, on ne saurait se refuser à reconnaître que nos formules s'approchent beaucoup de la vérité.

2ᵉ Expérience. Même appareil, même attelage, terre de dureté moyenne; ténacité probable, $0^m,050$.

Coutre	59ᵏ5
Soc	103,6
Versoir	14,7
Frottement du versoir.	10,5
— de la charrue.	37
	225,3

L'expérience a donné $209^k,44$ ou $50^k,25$ d'effort par cheval, avec une vitesse de $1^m,44$ et $52^{km},36$ par mètre. L'auteur accuse seulement 201 kilogr.; par la même raison alléguée, si l'on supposait que la ténacité fût un peu diminuée, qu'elle fût, par exemple, de $0^m,052$, nous trouverions le même résultat que lui; mais nous avons préféré adopter les chiffres donnés par nos expériences pour les terres de dureté moyenne. Ici encore l'approximation est très remarquable.

3ᵉ Expérience. Même appareil, même attelage, terre forte, pierreuse, très difficile; ténacité, 30 mill.

Coutre	96ᵏ0
Soc	168,0
Versoir	14,7
Frottement du versoir	10,5
Frottement du poids de la charrue.	37,0
	326,2

L'expérience a donné $297^k,64$, savoir: $90^k,75$ d'effort par cheval et une vitesse de $0^m,82$. L'auteur donne 329 kilogr. pour résultat total. On voit que le nôtre se maintient entre ces deux données et se rapproche de la vérité autant qu'on peut le désirer dans la pratique.

Nous avons une autre série d'expériences faites par M. de

Valcourt à Grignon, qui va nous servir aussi à éprouver nos formules. « La terre, dit l'auteur[1], avait peu de pierres et n'était pas trop difficile. » Ces exposés présentent une grande lacune; on n'a pas observé la vitesse de la marche des charrues, et par conséquent nous n'avons qu'un des termes du travail mécanique. Nous prenons encore ici la charrue Dombasle sans avant-train pour type.

1re EXPÉRIENCE. (N° d'ordre de M. de Valcourt.) Profondeur du labour, 0m,189; largeur du labour, 0m,243; pesanteur de la charrue, 60 kilogr., terre pesant 1,200 kilogr.; versoir, 0m,378; ténacité, 0m,050.

Coutre.	69k3
Soc.	89,1
Versoir.	17,9
Frottement du versoir.	10,9
Frottement de la charrue, 75k,5, y compris la charge.	43,9
	231,1

L'expérience a donné 225 kilogr.

2e EXPÉRIENCE. Charrue de Dombasle à avant-train; angle au point de départ de la force avec le point de la résistance, 15°; angle de ce point de départ avec l'axe des roues, 20°; conditions précédentes.

Nous avons pour la première décomposition de force sur la sellette, l'angle C = 15° (*fig.* 82), le côté AC = 222k,4, et par conséquent



fig. 82.

$$AB = \frac{sin.\ 15^{\circ} \times 222}{sin.\ 75} = 59_k,5,$$

qui, ajoutés à 60 kilogr., poids supposé de l'avant-train, donnent une pression de 119k,5 sur les roues et exigent une addition

(1) *Mémoire sur l'agriculture*, page 10.

au tirage de $9^k,56$. Pour la seconde décomposition des forces, $231^k,66 = BR$ (*fig.* 83); nous avons à chercher la valeur de FR, l'angle R étant de 20°. Nous avons :



fig. 83.

$$FR = \frac{R \times 231,66}{cos.\ 20} = 246^k,6.$$

Ainsi le résultat de l'addition de l'avant-train a été de porter le tirage de $231^k,1$ à $246^k,6$. L'expérience nous donne 247.

Il faut ajouter que, dans le cas de la charrue sans avant-train, nous avons une pression AB sur le cou du cheval que nous avons vue être de $59^k,5$, et que dans le second cas cette pression

$$FB = \frac{sin.\ 20 \times 244,6}{cos.\ 70} = 89^k,8.$$

Cette augmentation vient évidemment de la petitesse du rayon des roues, qui ne sont que de $0^m,40$.

Ces labours ont été faits par deux chevaux, et M. de Valcourt se récrie[1] sur l'excès de tirage que l'on exige de ces animaux à Grignon. Mais les chevaux de Grignon sont en très bon état, et ce prétendu excès prouve seulement combien on est loin de se douter de ce que l'on peut en exiger, en se fondant sur des expériences faites sur des animaux médiocres de taille et d'entretien.

Section IX. — *Changements dans la disposition de la charrue relatifs à différentes destinations.*

§ I. — Charrues tourne-oreilles.

Quand nous traiterons des labours, nous verrons qu'on dirige les manches de la charrue de manière à renverser

(1) *Mémoire sur l'agriculture*, page 121.

toujours la terre du même côté, à droite de sa direction. C'est ainsi qu'on laboure en plaine; c'est ce que l'on nomme le *labour par planches*. On entreprend à la fois deux planches voisines l'une de l'autre, comme on le voit dans la figure 84 :

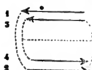


fig. 84.

la première raie se fait en 1, puis la seconde en 2; on continue en 3 et 4, et les deux planches finissent par se rejoindre en *x*. Mais dans les terrains inclinés, qu'on ne peut labourer dans le sens de leur pente, on laboure en travers, et comme le versoir ne pourrait bien vider la terre en la rejetant du côté de la hauteur, les raies se font toutes dans le même sens, et l'on est obligé de verser la bande tantôt à droite, tantôt à gauche (*fig.* 85). Il faut donc à chaque raie changer

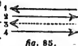


fig. 85.

le versoir de côté. C'était chose facile quand il n'était formé que d'une planche, qui présentait une surface plane qui se déplaçait en prenant à chaque fois l'inclinaison qu'on voulait lui donner; le soc avait une largeur de surface (*fig.* 86) tranchant


fig. 86.


fig. 87.

également la partie qui devait être soulevée et celle qui ne devait pas l'être. C'est encore ainsi que sont construites la plupart des charrues tourne-oreilles des pays arriérés; mais quand on a voulu se servir de versoirs courbes, la courbure qui convenait à droite ne pouvait plus s'adapter à gauche, et le soc ne devait plus être que de la largeur de la bande soulevée ou la moitié du premier; il a alors fallu chercher d'autres combinaisons. Elles ont été très variées, comme on le verra par les figures ci-jointes, qui s'expliquent d'elles-mêmes. Voici les plus remar-

quables : 1° la charrue-navette de Valcourt (*fig.* 88) qu'on attelle

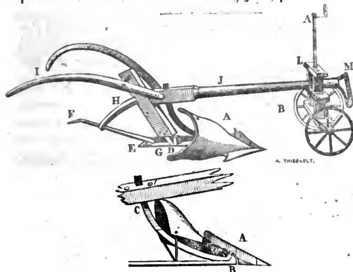


fig. 88.

successivement en avant et en arrière ; 2° la charrue tourne-soc de Rozé (*fig.* 89), dont l'oreille se meut sur un pivot horizontal et

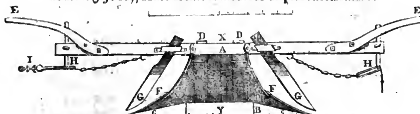


fig. 89.

présente sa courbure à droite ou à gauche ; 3° enfin (*fig.* 90),

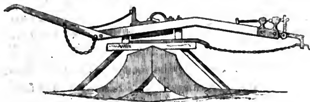


fig. 90.

celle qui nous semble la plus parfaite, c'est la charrue à double soc de Dufour, dans laquelle les deux socs, accompagnés de leur versoir et de leur coutre, tournent sur un pivot vertical et se présentent successivement en avant, en abaissant la pointe du soc qui doit travailler, et relevant celle qui doit rester en repos. Cette machine nous a paru fonctionner convenablement et à la satisfaction de tous les laboureurs.

§ II. — Charrues à défoncer.

Quand on veut pénétrer profondément en terre, on emploie plusieurs moyens; le premier et le plus simple, c'est de se servir d'une charrue ayant les dimensions et la force nécessaires pour pénétrer à la profondeur requise. C'est ce que l'on fait pour arracher de terre la racine de garance. Apprécions le travail mécanique qu'exige cette méthode, pour la comparer aux autres.

Labour de $0^m,45$ de profondeur, $0^m,20$ de largeur; ténacité de la surface de la terre, $0^m,048$; ténacité du fond, $0^m,032$, le fond étant ordinairement tassé et sec; ténacité moyenne, $0^m,040$.

Coutre $\frac{2,75 \times 450}{40 \times 150}$ = ...	262^k5
Soc.. . $\frac{2,75 \times 200}{40 \times 150}$	114,6
Versoir $(450 \times 200 \times 500) \times 1200 \times \cos. 45$ =	38,2
Frottement, $38^k,2 \times 0,61$.	23,3
Charrues pesant 100^k, + $38^k,2$ frottement. . .	84,3
	522^k9

C'est la force de 8 chevaux moyens ou de 6 bons chevaux. On est surpris du grand nombre de bêtes que les laboureurs, qui se les prêtent mutuellement, attellent pour faire ce travail (jusqu'à 14 et 18), dont un grand nombre ne tirent pas, étant trop éloignées de l'instrument. Au reste souvent, à la fin de

l'été, la ténacité est beaucoup plus grande que nous ne l'avons supposée

Le poids du corps de la charrue peut être réduit, en la construisant en fer.

Si, au lieu de faire ce travail avec une grande charrue, on le faisait en passant deux fois dans la même raie avec une charrue ordinaire, on aurait la même résistance à vaincre, et de plus le versoir ne pourrait qu'imparfaitement soulever la bande de terre jusqu'au-dessus de la bande versée par le premier labour qu'elle refoule par un mouvement de coin, ce qui fait que le travail reste imparfait et que la terre retombe dans la raie. La couche inférieure de terrain étant ordinairement plus dure que la supérieure, le second labour est moins profond que le premier.

La difficulté d'obtenir avec des attelages peu nombreux un défoncement convenable a fait introduire la méthode de *pelle-versage*, dans laquelle le travail de la charrue est suivi du travail d'hommes armés de bêches, qui creusent le fond du sillon et en relèvent la terre sur la bande, d'abord soulevée par le versoir. Mais le problème d'obtenir un travail parfait au moyen du travail de deux charrues restait encore sans solution, quand M. Bonnet, maître-valet de M. d'Isoard, propriétaire près d'Aix (Bouches-du-Rhône), a doté l'agriculture d'un nouvel instrument qui remplit le but que l'on se proposait.

La difficulté était d'amener la bande de terre détachée du fond par la seconde charrue à la hauteur de la bande précédemment versée, avant de la verser à son tour sur celle-ci. L'invention de M. Bonnet consiste donc à faire suivre le soc d'un plan cycloïdal montant qui élève la bande sans la retourner jusqu'à cette hauteur; là le versoir prend la forme héliçoïde des versoirs ordinaires et verse la terre sur la bande précédemment retournée. Ainsi la terre du fond est ramenée au-dessus sans avoir pressé latéralement et sans exiger d'autre effort de

surcroît que le poids et le frottement de la bande soulevée du fond.

Quel changement y aura-t-il dans le travail ?

Le coutre, tranchant en une seule ou en deux fois la même épaisseur de terrain, n'éprouve pas plus de résistance.

Le versoir soulève le même poids de terre ; la petite charrue passe deux fois, mais n'a que la moitié du poids de la grande ; tous ces termes de calcul restent les mêmes.

Mais le soc tranche deux fois la terre au lieu d'une ; nous avons dit que la ténacité de la surface était de $0^m,048$ et celle du fond de $0^m,032$. La profondeur du premier labour étant de $0^m,30$, la ténacité à cette profondeur de $0^m,0375$, l'effort du soc sera exprimé par

$$\frac{2,75 \times 200}{37,5 \times 150} = 97^k,8.$$

Le second trait de charrue exigera, de la part du soc, un effort exprimé par

$$\frac{2,75 \times 200}{32 \times 150} = 114^k,5.$$

Ainsi, dans ses deux passages, le soc aura éprouvé une résistance de $212^k,4$, tandis que la grande charrue n'aura eu à surmonter que $114^k,6$. La différence est de $97^k,8$ de tirage, que la petite charrue passant deux fois exige de plus que la grande.

Si le labour doit passer l'hiver exposé à l'action des météores, la masse de la bande soulevée par la grande charrue ne doit point effrayer ; elle sera réduite et pulvérisée par les gelées ; mais, si l'on doit planter de suite après le défoncement, la terre est beaucoup mieux préparée et ameublie par le travail de la double charrue. Comme aussi, quand on veut arracher de terre dans leur intégrité des racines profondes, comme celles de la garance, il faudrait se garder de la double charrue,

dont le soc les couperait par le milieu, et c'est la grande charrue seule qu'il faut employer.

La différence signalée dans le tirage par les deux procédés est, au reste, fort atténuée par le plus grand nombre d'animaux attelés à la grande charrue. On sait que la gêne qu'ils se causent les uns aux autres, le défaut d'accord dans le tirage, etc., amènent une assez grande perte de force à mesure que l'on multiplie les animaux qui doivent concourir au même travail.

Si l'on se sert des deux charrues avec un attelage différent pour chacune d'elles, on obtient aussi une grande économie de temps dans l'action de tourner au bout du sillon; un moins grand nombre d'animaux n'exige pas non plus une volte aussi grande et laisse moins de terrain inculte, qu'il faut ensuite défricher à la main. Nous ajouterons que quand le même attelage doit opérer sur les deux charrues, la rapidité avec laquelle on peut décrocher la chaîne de tirage du palonnier de l'un pour l'accrocher à l'autre nous paraît ne pas devoir employer plus de temps que la volte de l'attelage nombreux, et que l'économie d'espace reste toujours. Dans les expériences d'Aix, on a défoncé 20 ares dans la journée; la charrue simple labourait 40 ares.

Considérons enfin que dans ce dernier cas on peut, avec quatre bêtes pour le premier labour et six pour le second, atteindre à la profondeur de $0^m,45$ dans une terre assez tenace, et jusqu'à $0^m,50$ et $0^m,60$ dans des terres dont le fond ne serait pas aussi résistant; qu'avec deux charrues d'un plus petit modèle on peut atteindre avec un attelage de deux bêtes celle de $0^m,34$; et l'on jugera de l'avantage que présente une telle combinaison, surtout si l'on ajoute que la tranche est parfaitement retournée et ressemble, à s'y méprendre, au travail que l'on peut obtenir au moyen de la bêche[1].

(1) Note de M. Planche. *Annales de l'agriculture provençale*, avril 1840.

§ III. — Charrues sous-sol.

Quand on veut obtenir des labours profonds dans des terrains dont le sous-sol est de mauvaise qualité et qu'on ne veut pas ramener à la surface la terre du fond, on ne peut plus se servir de la grande charrue à défoncement ni de la charrue Bonnet; on peut faire un pelleversage en enjoignant aux ouvriers qui suivent la charrue avec leur bêche de se borner à ouvrir le fond du sillon, sans rejeter la terre au dehors; mais on emploie avec plus d'économie une charrue dont on retranche le versoir et qui prend le nom de *charrue sous-sol*. Nous nous bornons ici à donner la figure de celle qui est usitée dans le duché d'Altenbourg, en prévenant que le manche, le sep et le gendarme de cette charrue sont construits en fer. Cette charrue (*fig.* 91) suit une charrue ordinaire qui a ouvert le sillon; elle a été introduite en France par M. Ottmann de Wolfisheim (Bas-Rhin).

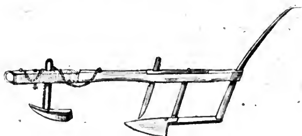


fig. 91.

§ IV. — Charrues-taupes.

On a trouvé que la construction de conduits souterrains pour dessécher le sol était une opération très coûteuse, et l'on a imaginé les charrues-taupes, dans lesquelles le soc est rem-

placé par une pièce de fer conique qui pénètre dans la terre en la repoussant sur elle-même et laisse après son passage le vide qu'elle a produit. On conçoit que cet effet ne pourrait être obtenu que dans des terres argileuses, humides, qui ne retomberaient pas sur elles-mêmes après le passage de ce soc, qu'il faudrait labourer à une profondeur suffisante pour que la gelée n'y parvînt jamais, sans quoi la terre ainsi moulée se désagrégerait et fermerait la tranchée. Nous croyons un tel travail peu durable, peu efficace et très coûteux à obtenir. Ces charrues ne se sont pas répandues et sont restées à l'état de projet. Nous ne croyons donc pas devoir en donner la théorie, qui exigerait d'assez longs développements. La plus célèbre de toutes est celle de Bierley, sur laquelle on peut consulter un rapport détaillé de M. Hachette[1]. On ne la manœuvrait qu'au moyen d'un treuil; elle était mise en mouvement par un cheval marchant sur la piste du manége avec la vitesse de 1 mètre et un effort de $57^k,142$. La charrue ne parcourait que 125 mètres par heure, ce qui donne comme effet utile seulement $23^k,214$, c'est-à-dire 0,40 de la force déployée. Cette perte a lieu dans toutes les machines compliquées de mouvement, de treuils et de cordes.

Si nous recherchons la force théorique nécessaire, nous trouvons qu'un mouton enfonce un pieu à $0^m,02$ avec une quantité de travail de 396 kil.[2]; le soc cylindrique de la charrue peut être comparé à ce pieu; le soc avançant de $0^m,0347$ par seconde donnera, pour l'ouvrage fait pendant ce temps, $13^k,741$. D'un autre côté, le coutre plongeant à $0^m,600$ dans un terrain dont la ténacité sera, par exemple, de $0^m,040$, produit un travail mécanique de 273 kil. par mètre, et par seconde $9^k,474$; total $23^k,214$, comme le donne l'expérience.

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture*, tome Ier, p. 18-27.
(2) Poncelet, *Mécanique industrielle*, § 166.

SECTION X. — *Récapitulation générale des conditions de la charrue.*

L'équipage de charrue qui exige le moins de force de tirage et le moins de peine pour les hommes et les animaux, c'est la charrue à avant-train à roues élevées et dont le rayon approche le plus possible de la hauteur de l'épaule du cheval; ensuite la charrue sans avant-train; la charrue à avant-train à roues basses demande plus de tirage et fatigue davantage les animaux, quoiqu'elle soit plus commode pour les hommes.

Le versoir de la charrue doit avoir un écartement égal à la largeur du soc. Celui-ci doit être égal à la largeur que l'on veut donner au sillon; il doit marcher dans une direction parallèle à son axe, et jamais dans une direction oblique.

Le versoir héliçoïde exige un peu plus de force de tirage que le versoir paraboloïde; mais il retourne complétement la terre, que ce dernier ne fait que déplacer latéralement. D'ailleurs la différence des forces est toujours peu considérable.

Le coutre doit aboutir à la pointe du soc; son raccourcissement ou sa suppression ne fait qu'augmenter les résistances en ne dispensant pas, dans le calcul, de le considérer comme existant dans toute son intégrité. La direction du coutre doit être parallèle à l'axe du soc et jamais oblique.

On doit alléger autant que possible le poids de la charrue en lui conservant la solidité nécessaire.

L'emploi du régulateur dans les charrues sans avant-train, la position de l'age sur la sellette dans celles à avant-train, doivent avoir pour but de maintenir la direction de la charrue dans la ligne de l'axe du soc et diminuer le tirage en rapprochant sa ligne directrice du centre de résistance.

Quelles que soient les dispositions secondaires des différents modèles de charrues présentées, celles qui approchent le plus

de ces principes doivent être préférées, et quand elles les possèdent tous, elles donnent les mêmes résultats.

Il n'est pas exact de dire avec le major Beatson que la résistance qu'éprouve la charrue est en rapport direct de la profondeur à laquelle elle pénètre dans le sol; cela n'est vrai que pour le coutre. La résistance de la charrue, en faisant abstraction du poids de l'instrument dans deux terrains de même ténacité, est en rapport direct avec la profondeur du labour et la largeur des sillons, ou autrement avec l'aire rectangulaire formée par la longueur du coutre et la largeur du soc.

CHAPITRE VI.

Instruments destinés à déplacer la terre par une action discontinue en prismes qui prennent le nom de mottes (bêches, ploches, houes).

Les animaux ne peuvent être employés que pour une action continue agissant dans la même direction, et par conséquent ne peuvent détacher que des bandes continues de terre. Les hommes ont une très petite force de tirage en comparaison, et on ne peut les appliquer avantageusement à travailler la terre qu'en leur faisant produire un travail plus parfait et dont les animaux seraient incapables; c'est celui qui consiste à diviser la terre en prismes, au lieu de la diviser par bandes. On expose ainsi une plus grande surface de la terre à l'air et l'on obtient des résultats intrinsèquement plus utiles. Un terrain bêché est beaucoup mieux préparé qu'un terrain labouré.

On a appliqué l'homme au travail de la terre de deux manières : ou bien l'on s'est servi de son poids pour la détacher et de la force de son bras pour la relever et la retourner; l'instrument dont il s'est servi, dans ce cas, est la bêche; ou

bien on s'est servi uniquement de la force de ses bras pour soulever un instrument pesant, lui imprimer une grande vitesse, détacher la motte de terre et la déplacer par un mouvement de traction en arrière ; ce qu'il exécute au moyen de la pioche. Ce sont les deux grandes divisions des outils employés par l'homme dans la culture et que nous allons examiner successivement.

Section Ire. — *Bêches ; leurs variétés.*

L'outil de la bêche est un fer rectangulaire, tranchant par sa pointe inférieure, ayant un manche en bois, qui s'élève à une hauteur suffisante pour pouvoir être saisi par les deux mains de l'homme.

Dans les écrits des anciens, on trouve deux noms d'instruments qui se rapportent probablement à nos bêches et à nos houes. Leur *ligo* se reproduit dans le liget de nos provinces méridionales (*fig.* 92), dont on a fait par corruption lichet, luchet louchet. Ducange, article *marra*, semble confondre le *ligo* avec cet instrument ; il nous conserve le verbe *ligonisare* qu'il a rencontré dans de vieux écrits. Leur *marra* est bien évidemment notre pioche ou notre houe ; et il cite à cet égard un passage du vocabulaire de W. Le Breton ainsi conçu : *Ligo, instrumentum rusticum ; marra, ut dicit Ugatio, Gallici appellant picois*. Le mot de bêche, consacré par l'usage des populations et des écrivains du nord de la France, est moins anciennement connu, mais il a prévalu et a donné le nom à ce genre d'instrument.


Fig. 92.

La pelle n'est qu'une modification de la bêche, destinée à pénétrer dans des terrains ameublis. On a donné des formes très diverses à ces instruments ; ainsi nous avons les formes de

pelles représentées (*fig.* 93), construites en bois, quelquefois armées d'une lame de fer pour agir dans les terrains pierreux; d'autres fois leur lame est entièrement en fer.

Les bêches varient entre elles par la largeur, la longueur, la force de leur lame, par leur mode d'assemblage avec le manche, enfin par le genre d'appui réservé au pied de l'ouvrier.

La réunion du manche et de l'outil se fait ou au moyen d'une douille (*fig.* 94), ou, ce qui est plus solide, au moyen








fig. 93. *fig.* 94.

de l'élargissement du manche en forme de pelle à sa partie inférieure, laquelle partie est fixée entre deux lames de métal qui, en s'unissant par le bas, forment la lame unique de l'outil (*fig.* 95). Le pied de l'ouvrier se pose ou sur la partie supé-






fig. 95. *fig.* 96.

rieure et plus épaisse de l'outil, ou sur un étrier à cè destiné.

Dans les terrains pierreux, on substitue à la lame une fourche à deux ou trois dents (*fig.* 96) dont les pointes évitent ou dérangent les obstacles que le tranchant continu de la bêche pourrait rencontrer.

La force de l'outil, sa largeur et sa longueur sont proportionnées à la ténacité du sol que l'on a à cultiver. Ainsi, dans les terres argileuses et tenaces, l'épaisseur de la lame est fortifiée par le bois prolongé du manche; l'union de ces deux parties est rendue plus intime, la lame est étroite et allongée. Dans les terrains légers, le manche n'est uni à l'outil que par une simple douille, comme dans les pelles en fer; l'outil est large et peu allongé.

SECTION II. — *Emploi de la pelle.*

La pelle étant, comme nous l'avons vu, une bêche de plus faible construction, nous commencerons par celle-ci. L'ouvrier, ayant saisi le manche à deux mains, pousse le tranchant de l'outil obliquement devant lui, de manière à ce qu'il pénètre en terre; il soulève alors la masse de terre qui charge son outil, et la place ou la projette dans la position nouvelle qu'il veut lui faire occuper, soit pour l'entasser en déblayant, soit pour en remplir un véhicule quelconque, une brouette, une voiture, etc.

L'action de pousser la pelle se fait en partie par un effort des épaules et des bras, en partie par l'effet de l'impulsion des bras, auxquels l'ouvrier imprime une certaine vitesse d'impulsion produisant une force vive; la seconde action, celle de soulever la terre, de la déplacer et de la projeter, s'exécute par la tension et l'effet des bras et le redressement du corps.

Le travail mécanique peut s'apprécier : 1° par l'effort nécessaire pour vaincre la ténacité du sol, qui est toujours très fai-

ble dans les terrains à déblayer à la pelle, et a souvent pour indice jusqu'à $0^m,100$; 2° par celui nécessaire pour élever le poids de la terre à la hauteur où on veut la transporter, et qui est celle du bord d'un fossé, celle d'une brouette ou d'un tombereau.

Quand la terre résiste à l'impulsion simple des bras, il faut ou que l'ouvrier emploie un instrument plus énergique que la pelle, comme la bêche; ou bien, si la hauteur où il faut élever la terre est trop grande, il fait son travail en deux fois; il l'ameublit d'abord avec la bêche ou la pioche, et ensuite la soulève avec la pelle. Nous nous rappellerons que la terre prend alors le nom de terre à un, à deux, à trois hommes, etc., selon qu'elle est assez meuble pour pouvoir être enlevée immédiatement à la pelle, ou que le temps employé pour l'ameublir est égal, ou double, ou triple de celui employé à la charger [1].

Le travail fait pour pousser la pelle obliquement en avant et la charger de terre s'évalue au moyen des formules ci-dessus (*voir* article *Coutre*, page). L'ouvrier charge sa pelle à proportion de la hauteur à laquelle il doit élever la terre.

Nous supposons maintenant que la terre fouillée et ameublée pèse 1,200 kil. le mètre cube; l'ouvrier qui, dans une journée, en fouille $15^m,38$ pour l'élever à un mètre de hauteur, soulèvera donc 18,456 kil. de terre. Si nous observons ses opérations successives, nous trouvons qu'il charge sa pelle de $2^k,7$, que cet instrument pèse lui-même environ $1^k,5$; qu'ainsi le poids soulevé est en réalité de $4^k,2$.

Le nombre de pelletées de terre dans une journée de dix heures sera donc le quotient de $18,456^k$ par $2^k,7$, ou 6,835 pelletées qui se succéderont à 5",26 d'intervalle. Quand elle

(1) Tome Ier, 2e partie, chap. II.

sera suffisamment ameublie, la terre aura $0^m,125$ de ténacité, ce qui nous donnera $2^k,9$ d'effort pour la pénétration d'une pelle de $0^m,220$ de largeur s'enfonçant de $0^m,125$. Ainsi nous aurons pour le travail mécanique total :

Chargement de 6,835 pelletées exigeant un effort de.	$2,^k9$	—	19,821
6,835 pelletées pesant $4^k,2$ et élevées à 1 mètre, pour chacune.	4,2	pour la totalité.	28,707
Totaux. . . .	7,1		$48,528^k$

En général, pour déblayer la terre et l'élever à une hauteur quelconque h, on trouvera le poids p de la terre enlevée par un homme moyen, par cette formule :

$$4^k,2\, p \times h + 2^k,9\, p = 48528^k \times 2^k,7 = 131025^k.$$

Si, dans le creusement d'un fossé, l'ouvrier ne doit élever la terre que de $0^m,60$, nous aurons :

$$4,2\, p \times 0,60 + 2,9\, p \text{ ou } 5,42\, p = 131025, \text{ et } p = \frac{131025}{5,42} = 24174^k$$

et la terre pesant par supposition 1,200 kilogr. le mètre cube, son travail sera le déblai de $20^m,1$. En divisant le poids de la terre par celui de chaque pelletée, $2^k,7$, nous verrons qu'il fera 8,953 pelletées, qui nous donnent :

8,953 pelletées pesant chacune avec l'outil $4^k,2$ et élevées à $0^m,60$, donnant un travail de. . .	22,561
8,953 pelletées exigeant chacune un effort de $2^k,9$, pour être chargées.	25,964
Total.	48,525

Si la terre devait être projetée à 2 mètres de hauteur, nous aurions $4,2\, p \times 2 + 2,9\, p = 131025$, d'où $p = 11595^k$, ou la terre ayant toujours le poids de 1.200^k le mètre cube, $9^m,6$ dans la journée donnent 4,294 pelletées et exigent le travail mécanique suivant :

4,291	pelletées élevées à 2 m. et pesant chacune avec l'outil 4,2	36,070k
4,291	pelletées exigeant chacune pour être chargées un effort de 2,9	12,445
	Total	48,515

La portion de travail employé à soulever la terre croît toujours à mesure que la hauteur du jet augmente; celle employée à charger la pelle décroît de son côté.


fig. 97.

La galère, ou ravale (*fig.* 97), est une grande pelle concave qu'on met en mouvement à l'aide d'un cheval. Elle est armée de fer à sa partie antérieure, a deux rebords sur les côtés pour empêcher la terre chargée de verser par les bords; elle porte deux forts anneaux d'où part une chaîne qui se réunit en avant au palonnier. L'ouvrier relève en partant les manches de la galère; alors le rebord tranchant mord en terre. Quand elle est chargée, l'ouvrier abaisse les manches jusqu'à ce qu'il soit arrivé au point où il doit décharger. Alors il relève les manches plus haut qu'auparavant, et la terre descend sur le plan incliné. Cet instrument sert à niveler les pièces de terre qui présentent des inégalités; il était autrefois très usité en Flandre lors des défrichements; il y portait le nom de *mollebart* [1].

Cet instrument peut être utile quand il s'agit de transporter de la terre de haut en bas; mais, en sens contraire, le tirage deviendrait si fort qu'il vaudrait mieux se servir de tombereaux.

On prépare le travail de la galère par des labours, si ce n'est dans les terres sablonneuses. La galère à un cheval peut avoir $0^m,8$ de largeur; elle charge 64 kilogr. de terre, et peut ainsi transporter 1 mètre cube en une dizaine de voyages.

(1) Albroek, page 105.

SECTION III. — *Emploi de la bêche.*

La bêche n'attaque pas une terre ameublie comme la pelle; avant de soulever le poids de la motte dont elle se charge, il faut qu'elle la détache latéralement et en dessous. Son action s'effectue au moyen de trois actions différentes : 1° enfoncer la bêche; 2° détacher la motte; 3° la soulever.

1° Pour enfoncer la bêche on se sert du poids du corps dont le centre de gravité est porté sur l'outil de deux manières : 1° en mettant le pied sur l'étrier et soulevant le poids du corps sur ce seul pied; alors, si ce poids n'a pas suffi pour enfoncer la bêche à la profondeur nécessaire, l'ouvrier imprime à l'outil un mouvement en avant et en arrière, de manière à comprimer la terre et à produire un vide en arrière de la bêche; celle-ci se trouvant alors libre de tout frottement, il pèse de nouveau sur elle et recommence de la sorte une fois, deux fois, trois fois, jusqu'à ce que l'instrument soit parvenu à la profondeur désirée. Il n'y a dans tout ceci que de ces mouvements d'oscillation du centre de gravité du corps qui peuvent sans doute produire de la fatigue, mais que l'on ne considère pas comme un travail mécanique; on ne peut compter comme tel que l'effort pour soulever la bêche et la planter en terre. 2° La seconde manière de peser sur la bêche consiste à la diriger obliquement à la surface de la terre, comme dans le mouvement de la pelle, mais en s'éloignant davantage de l'horizontale, et à porter le poids du corps sur le manche, que l'on maintient à l'aide de la cuisse. C'est encore un effort qui ne peut être admis comme travail mécanique.

2° Pour détacher la motte des mottes voisines, l'ouvrier se sert du manche de la bêche comme d'un levier; il rapproche ses mains vers le haut du manche et pèse sur le bout du levier, de la même manière qu'un homme tire sur une sonnette. Le

point d'appui se trouve au niveau du sol derrière l'instrument, à la partie supérieure de la pelle; la résistance étant opérée pour détacher la motte de sa voisine et de la couche inférieure, se trouve au quart inférieur de l'instrument à partir de son extrémité inférieure. Il est clair, en effet, que la motte A (*fig.* 98) est isolée à droite, où l'on a déjà enlevé la motte C; qu'elle est isolée en avant par la coupe que vient d'opérer le fer de l'instrument, et qu'elle ne tient plus qu'à la motte B et à la couche inférieure du terrain.



fig. 98.

3° La motte détachée, l'ouvrier l'élève à une hauteur qui surpasse un peu la crête de la motte précédente, environ 0m,05 au-dessus du niveau du terrain; il renverse ensuite la motte, qu'il place en arrière de la motte détachée précédemment, en considérant la direction du travail qui se fait toujours en reculant. Ici il y a positivement un travail mécanique qui consiste à soulever un fardeau. Si le labour n'est pas destiné à passer l'hiver avant de servir, l'ouvrier termine en donnant deux ou trois coups du tranchant de sa bêche sur la motte pour la briser.

Dans les observations que nous avons faites, la bêche du genre des *ligets* avait son fer de 0m,32 de longueur sur 0m,16 de largeur; son manche, terminé par un pommeau ovoïde, avait 1m,08 de longueur; il était fait en bois de hêtre et avait 0m,13 de circonférence. L'instrument pesait 3 kilogr.; le manche, prolongé en pelle à sa partie inférieure, était engagé entre les deux lames du fer, écartées supérieurement de 0m,025, et se réunissant en bas en un tranchant aciéré.

La ténacité plus grande de la terre, en obligeant l'ouvrier à réitérer plus souvent la manœuvre nécessaire pour écarter les bords de son incision, retarde l'ouvrage sans augmenter le travail, puisque c'est toujours le poids du corps qui sert à vaincre la résistance; il y a moins de mottes détachées dans la journée, et par conséquent moins de poids soulevé.

§ Ier. — Travail mécanique du premier mode d'action.

Pour déterminer le nombre de journées qu'exigera l'opération de bêcher 1 hectare de terrain, il faut d'abord déterminer le travail nécessaire pour enlever une motte de terre.

1° L'ouvrier élève sa bêche de $0^m,30$ pour la planter en terre; il n'y a donc qu'à multiplier le poids de la bêche par 0,30 pour avoir le travail dépensé dans cette opération.

2° On détermine la ténacité du terrain en faisant tomber la bêche de 1 mètre de hauteur et sur plusieurs points; et en prenant la moyenne de la profondeur à laquelle elle parvient, appelant f cette profondeur, f' la profondeur que l'on veut atteindre dans le travail, p le poids de la bêche, r la résistance à vaincre, on a:

$$r = \frac{p \times f'}{f}$$

Cette résistance se surmonte en portant le corps ou une partie du corps sur l'étrier de la bêche à une hauteur de $0^m,32$. Le poids du corps étant supposé h, on divise la résistance par ce poids, ce qui nous donne la quantité de ce poids à élever pour vaincre la résistance; enfin on a le travail mécanique T en multipliant cette quantité par le poids du corps multiplié par $0^m,32$.

$$T = \frac{r}{h} \times h \times 0^m,32.$$

Ainsi soit $f = 0^m,050$, $f' = 0^m,250$, $p = 3^k$, $h = 70^k$, nous aurons :

$$r = \frac{3 \times 25}{50} = 15^k,$$

et

$$T = \frac{15}{70} \times 70 \times 0,32 = 4^k,8.$$

C'est donc seulement un effort de 4,8 que l'homme fera pour soulever une partie de son corps suffisante pour enfoncer l'in-

strument. Avec une ténacité aussi faible, l'homme ne fait que peser de son pied seulement.

3° Pour rompre l'adhérence de la motte avec sa voisine et la couche inférieure, on cherche l'aire $a' + a'$ de ces deux surfaces adhérentes ; et connaissant déjà la valeur de r, qui est la résistance opposée par une autre de ces surfaces a, qui est celle qui vient d'être tranchée par la bêche, on trouve l'effort nécessaire pour rompre l'adhérence des deux autres par cette proportion : $a : r :: a' + a' : x$, d'où :

$$x = \frac{(a + a) \times r}{a}.$$

Ainsi la motte ayant $0^m,12$ sur $0^m,16$ et $0^m,25$ de profondeur, nous avons $a = 0^m,400$ carrés, $a' = 0,300$, $a' = 0,192$, r étant supposé de 15 kilogr. ; nous avons :

$$x = \frac{0,492 \times 15}{0,400} = 18^k,45.$$

Maintenant les deux bras du levier étant, dans l'instrument décrit et avec cette profondeur du labour, 108 et 12,5 nous avons la valeur du travail mécanique suivant :

$$T = \frac{18,45 \times 12,5}{108} = 2^k,13.$$

4° On multiplie le poids moyen des mottes par la moitié de la profondeur du travail, plus $0^m,05$, ce qui est la hauteur à laquelle le centre de gravité de la motte doit être élevé par l'ouvrier.

5° Si la terre doit être ensemencée sur-le-champ, comme cela arrive dans les potagers, l'ouvrier soulève sa bêche un nombre de fois égal au double des unités de kilogrammes de la résistance pour pulvériser la motte. Cette action, qui retarde beaucoup le travail, cause en outre un travail mécanique qui consiste à élever le poids de la bêche à $0^m,30$. Dans le travail des champs, surtout si le terrain doit passer l'hiver sans être semé, ou si l'on a à sa disposition les rouleaux, les herses

nécessaires pour le pulvériser, on se dispense de cette dernière opération.

Enfin, en additionnant tous ces travaux partiels, on a le travail total qui doit être appliqué à chaque motte de terre. On divise 88,000 kilogr., qui est le travail de l'ouvrier moyen, par le travail de chaque motte, et on a le nombre de mottes; et si l'on multiplie encore ce nombre par leur surface supérieure, on a la surface du champ labouré dans la journée. Dans ce travail, l'homme qui ne produisait que 48,000 kilog. dans le travail de déblai en produit presque le double, parce qu'il exerce successivement plusieurs muscles différents, ceux de ses jambes et ceux de ses bras. Ce chiffre est celui donné par l'expérience dans les travaux à la bèche, et la conformité des résultats du calcul avec les faits ne permet pas de révoquer en doute que le travail de la bèche et celui de la houe ne soient ceux qui emploient le plus complétement les forces humaines. Dans le travail de déblai, l'homme ne donne toute sa force que pendant le temps de l'élévation de la pelle chargée; celui employé à la pousser en terre et à charger sa pelle ne consomme qu'une partie peu considérable de la force réelle, et est pour ainsi dire un temps de repos pour lui.

Ire Observation.

Ouvrier travaillant à la bèche dans une terre paludienne, ayant $0^m,050$ *de ténacité.*

	k
1° Soulever la bèche pour la planter, $3 \times 0,32$. . . .	0,90
2° Effort pour enfoncer la bèche $r = \frac{3 \times 250}{50} = 15$	
et $T = \frac{15}{70} \times 70 \times 0,32$.	4,80
3° Rompre l'adhérence de la motte avec la terre $x = \frac{492 \times 15}{460} = 18^k,45$ et $T = \frac{18,45 \times 12,5}{108}$	2,13
4° Élever la motte de 6 kil. de poids à $0,12 + 0,05$. .	1,05
Total.	$8^k 88$

Divisant 88,000 kil. par 8,88, nous trouvons que l'ouvrier

retourne dans sa journée 9,999 mottes, et travaille 192 mètres carrés de terrain; l'hectare exige environ 52 jours de travail. Les ouvriers faisaient ce travail en 44 journées; mais c'étaient des hommes plus forts et plus actifs que la moyenne. A Tours, on bêche des terres pareilles en employant 51 journées (196 mètres carrés par jour).

IIe OBSERVATION.

Ouvriers travaillant à la bêche un terrain de 0m,030 de ténacité.

1° Soulever la bêche. 0k90

2° Effort pour enfoncer la bêche $r = \frac{3 \times 250}{30} = 25$

et $T = \frac{25}{70} \times 70 \times 0{,}32$. 8,00

3° Rompre l'adhérence de la motte avec la terre

$x = \frac{492 \times 25}{200} = 30^k{,}7$ et $T' = \frac{30{,}7 \times 12{,}5}{108}$. . 3,55

4° Soulever la motte. 1,05

Total. 13k50

Divisant 88,000 par 13,50, nous trouvons que l'ouvrier retourne dans sa journée 6,517 mottes, travaille 125 mètres de terrain; l'hectare exige 80 journées.

A Blois, on bêche à la tâche 61 ares pour 81 francs; la journée étant à 1 fr. 50 c., ce serait 88 journées par hectare. A Venzat (Puy-de-Dôme), on bêche un hectare pour 72 francs, les journées étant à 1 fr.; mais nous croyons que la ténacité est moindre que celle de 0m,030 [1].

IIIe OBSERVATION.

Ouvriers creusant à deux pointes du fer de bêche (0m,45 de profondeur), la ténacité de la première pointe de 0m,050, celle de la deuxième de 0m,030.

1re pointe.	Comme ci-dessus (1re observation) . .	8k88
2e pointe.	1° Soulever la bêche.	0,90
	2° Effort pour enfoncer la bêche. . . .	8
	3° Rompre l'adhérence de la motte. . .	3,55
	4° Soulever la motte à 0m,10 + 0m,017 de hauteur, 27 × 6.	1,62
	Total.	22,95

(1) *Voyez* l'excellente *Stat. du canton de Venzat*, par M. Jusserand.

Divisant 88,000 par 22k,95, nous trouvons que l'ouvrier soulève dans sa journée 3,834 mottes; mais chacune d'elles étant double, le terrain cultivé ne représente que la superficie de 1,917 mottes ou 37 mètres carrés, et par conséquent l'hectare exigerait 269 journées pour être creusé à cette profondeur, que l'on cherche rarement à atteindre, excepté dans l'arrachement de la garance et dans des terrains qui ont le moins de ténacité.

§ II. — Travail mécanique du second mode d'action.

Quand l'ouvrier, au lieu de peser de son corps sur la bêche, l'enfonce un peu obliquement en la poussant avec vivacité, il produit une force vive qu'il est plus difficile d'apprécier. Les mottes qu'il taille sont plus minces que celles que nous avons décrites, mais elles sont plus nombreuses, parce que son action est plus pressée. Mais comme il cultive en réalité, dans sa journée, la même surface que par le premier mode d'action, nous pouvons supposer que son travail mécanique est le même. Ainsi, soit que l'ouvrier travaille par pression ou par impulsion, on détermine également l'ouvrage produit par la méthode que nous avons indiquée dans le paragraphe précédent.

§ III. — Observations sur la forme des bêches.

Il est une autre question que nous ne pouvons passer sous silence. Rozier [1] discute la convenance de se servir de bêches dont le fer soit plus ou moins long. Il compare d'abord deux bêches, l'une qu'il appelle bêche ordinaire de 0m,22 de largeur sur 0m,30 de longueur; l'autre qu'il appelle petite Poncins, du nom de son inventeur, a 0m,16 de largeur et 0m,49 de

(1) *Cours d'agriculture*, t. II, page 168.

longueur. Il assure qu'avec cette dernière on enlève des mottes de terre pesant jusqu'à 25 kil., ce qui serait excessif, car l'homme devrait élever à bras tendu ces mottes à $0^m,29$ de hauteur. Le problème me paraît présenter cette alternative : 1° Vaut-il mieux parvenir à une grande profondeur d'un seul coup de bêche ou de deux ? 2° Y a-t-il de l'avantage à augmenter les dimensions et le poids de la motte ?

Quant au premier point, il est évident que le travail total n'est allégé que de la petite quantité de temps nécessaire pour lancer une fois, au lieu de deux, la bêche en terre pour la planter. Mais l'effort pour enfoncer la bêche devient considérable. Il serait de 50 kil. pour pénétrer à $0^m,45$, d'après le calcul ; mais le frottement devient tel que l'on ne peut l'effectuer qu'en deux fois, après avoir écarté les bords de l'incision résultant du premier effort, avant d'en renouveler un second. Puis l'adhérence de la motte ne pouvant être vaincue que par $18^k,45 + 30^k,70$ (1re et 2e observations) ou $49^k,15$, et cette force considérable se trouvant portée sur le point de réunion du manche et de l'outil, celui-ci ne tarde pas à céder et même à se rompre par suite de l'effort exercé sur l'extrémité du levier. Les instruments neufs sont les seuls qui résistent. Les longues bêches ne peuvent donc s'employer que dans les terrains mous, humides, dans les fanges qui n'ont aucune ténacité. C'est pour de pareils travaux qu'elles sont réservées, et alors on taille les mottes très minces pour que le poids ne soit pas considérable, d'autant plus que le souvent il faut les lancer à une certaine hauteur.

Quant aux grosses mottes de 25 kil., on peut les faire, mais à condition qu'on ne fera que les renverser sans les soulever et les retourner. Après les avoir détachées, on relève le manche de l'outil, on le renverse en avant, et l'on couche les mottes obliquement sur la ligne des mottes précédentes. La motte qui

avait la position A (*fig.* 99) prend la position B. Ce travail, fait dans les terres argileuses, a besoin des gelées de l'hiver et des météores aqueux pour être utilisé. Au moment où il vient d'être effectué, il ressemble à un amas de rocs détachés les uns des autres et dans lequel les animaux et la charrue ne peuvent pénétrer. Au reste, c'est avant le printemps surtout qu'il faut l'effectuer, afin de diminuer l'effort nécessaire pour enfoncer la bêche, comme nous allons le voir dans l'article suivant.



fig. 99.

§ IV. — La fourche.

Quand un corps comme une barre de fer tombe sur le terrain d'une certaine hauteur, il le comprime et s'y enfonce d'une certaine quantité. Si l'on examine ce qui s'est passé dans cette action, on trouve que non-seulement la terre a été refoulée de haut en bas, mais aussi sur les côtés, ce qui est rendu évident par le bourrelet qui saillit tout autour de la cavité qui s'est produite et par la plus grande compression de la terre qui avoisine cette cavité. Ce travail est d'autant plus facile, éprouve d'autant moins de résistance qu'il est fait successivement, ce qui arrive quand le corps tombant est terminé par une pointe. Aussi, plus le corps offre de surface continue, plus il augmente la résistance, et moins il s'enfonce dans le sol. Il arrive ainsi que le sol n'étant pas homogène, mais renfermant toujours des particules plus grosses, comme des graviers, des cailloux, ces particules ne peuvent se ranger de côté si elles sont frappées perpendiculairement sur leur centre de gravité ; or, la résistance du terrain de bas en haut est beaucoup plus grande que celle qu'il oppose latéralement, puisque nous avons vu que la terre remonte vers les bords de la cavité pour former un bourrelet, et que dans

cette action elle n'a à vaincre que la gravité et non pas la force de cohésion des parties environnantes qu'elle doit déplacer. Telle est la cause pour laquelle, tout en présentant plus de surface que le tranchant de la bêche, les trois dents de la fourche terminées en pointe pénètrent plus profondément que celle-ci.

Nous avons fait tomber de 1 mètre de hauteur une barre de fer carrée ayant $0^{m},097$ de circonférence et $0^{mq},078$ de surface, pesant $8^{k},84$.

	mèt.
Elle s'est enfoncée de.	0,170
Une fourche de fer à 3 pointes pesant 3 kilogr., ayant chacune $0^{m},040$ de périmètre ou 0^{m} ,013, a pénétré à . . .	0,120
Une bêche de 3 kil., ayant $0^{mq},016$ de surface de tranchant	0,070
D'après leur poids et leur aire, la barre s'enfonçant de. .	0,170
La fourche aurait dû s'enfoncer de.	0,115
Et la bêche de.	0,088

La fourche, qui était pointue, s'est enfoncée de $0^{m},120$; la bêche, qui était tranchante, mais dont la surface était continue, s'est enfoncée de $0^{m},070$. Il y a donc de l'avantage à se servir d'instruments aussi tranchants et aussi aigus que possible quand il s'agit de pénétrer dans la terre.

C'est ce qui motive l'emploi de la fourche, à l'exclusion de la bêche, dans deux cas. 1° Quand le terrain est très compacte ; alors la fourche ayant pénétré à la profondeur voulue, et quoique ce ne soit que par des points séparés l'un de l'autre, l'action du levier ayant pour but de détacher la motte se fait sentir sur tout l'intervalle qui sépare les dents, à cause de l'adhérence des particules de terre l'une à l'autre. Mais après avoir détaché la motte, il serait plus difficile de la soulever sans la briser sur les dents de la fourche, si ce n'est dans les argiles les plus dures ; aussi se borne-t-on le plus souvent à la renverser sans la retourner. Pour cela, on la pique avec les dents de la fourche à sa partie supérieure, et on la pousse

en avant pour la culbuter. Ce travail mécanique s'estime en multipliant le poids de la motte par la moitié de la largeur de la base et en divisant par sa hauteur; on laisse ensuite aux météores le soin de la pulvériser. On sent combien un pareil travail devient expéditif. 2° On se sert aussi de la fourche dans les terrains pierreux, dans lesquels la bêche rencontrerait des graviers qui n'échapperaient pas à son tranchant comme aux pointes de la fourche. Alors la terre étant peu compacte, on ne peut songer ni à retourner, ni à renverser les mottes; mais l'action du levier les brise, les émiette.

L'emploi de la fourche rend ainsi le travail de ces terrains durcis plus facile que celui de la bêche, ainsi qu'on va le voir dans le détail ci-après :

TRAVAIL A LA FOURCHE.

Terrain de $0^m,030$ de ténacité pour la bêche réduit à $0^m,039$ pour la fourche (comme 88 : 115, selon le rapport trouvé dans la page précédente); profondeur du travail $0^m,25$; fourche pesant 3 kilogr.

1° Soulever la fourche pour la planter. . . . . 0^k90

2° Effort pour enfoncer la fourche $r = \frac{3^k \times 250}{39} = 19,2$

et $T = \frac{19,2}{70} \times 70 \times 32$. 6,14

3° Rompre l'adhérence de la motte $x = \frac{492 \times 25}{400} = 30^k7$

et $T = \frac{30,7 \times 12,5}{108}$ (ici on emploie la ténacité éprouvée à la bêche et non une ténacité réduite pour la fourche). 3,35

4° Culbuter la motte, 6 kil. de poids, $0^m,12$ de longueur, $0^m,25$ de hauteur, nous aurons $\frac{6 \times 0,06}{0,125} =$ 0,21

10^k60

au lieu de $13^k,50$ qu'exige le travail à la bêche d'une terre de cette ténacité.

SECTION IV. — *La houe* (*pics*, *serfouettes*, *binettes*).

Nous avons vu plus haut, en traitant du soc, que son action consistait à trancher la terre horizontalement et par un mouvement continu dans la direction de ce mouvement. La houe proprement dite dont nous nous occupons, la houe à bras, agit par le mouvement d'ascension des bras et dans une direction opposée à la marche du cultivateur, qui marche en avant, tire la terre à lui et laisse son travail derrière lui, tandis que le bêcheur recule toujours en portant son travail en avant de lui.

La houe est composée d'un manche plus ou moins long et d'un outil, et prend différents noms selon la forme et la force de cet outil.

Pour opérer dans les terres caillouteuses et dures, on emploie le pic (*fig.* 100), qui n'agit que par sa pointe. S'il s'agit d'opérer sur des terres fort durcies, mais non pierreuses, on emploie la pioche qui, au lieu d'une pointe, présente un fer déjà un peu élargi (*fig.* 101); quelquefois on se sert aussi de pioches à dents pour pénétrer dans les terrains les plus difficiles (*fig.* 102). Dans le cas où la terre serait alternativement


fig. 100.


fig. 101.


fig. 102.

pierreuse et dure, on a un outil à double fin que l'on appelle dans plusieurs pays la *tournée* (*fig.* 103). Pour les terres de mé-


fig. 103.

diocre ténacité et pour extirper le gazon, on se sert de la houe

plus ou moins élargie qui prend aussi le nom d'*écobue* (*fig.* 104).



fig. 104.

S'agit-il seulement de détruire les mauvaises herbes en raclant le terrain, la houe s'élargit encore; c'est la houe des jardiniers (*fig.* 105 et 106). Enfin, pour les petits travaux qui consistent à éclaircir les plantes et à leur donner un léger binage, la houe prend de plus petites dimensions; elle devient là binette (*fig.* 107), et la serfouette, si elle porte d'un côté des dents et de l'autre un fer aplati. La forme et la force de ces instru-

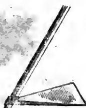


fig. 105.



fig. 106.



fig. 107.

ments varient selon les pays, le travail à exécuter, et selon la force des travailleurs auxquels on les destine.

L'opération du sarclage et du binage est un soin plutôt qu'un travail; elle occupe le temps sans employer les forces; aussi est-ce principalement l'occupation des femmes et des enfants. Le ratissage exige plus de force quand le fer de la houe prend de la largeur. Mais ce n'est pas encore là un emploi complet de la force de l'homme. Il en est autrement quand il s'agit d'ouvrir la terre à une profondeur pareille à celle de la bêche, comme on le fait avec la houe, ou à percer le sol durci au moyen de la pioche ou du pic.

Dans ces travaux, la force vive est substituée à celle que la

bêche emprunte à la pesanteur. L'homme relève vivement l'outil au-dessus de sa tête et le fait retomber sur la terre en lui imprimant une grande vitesse. Sur un sol de ténacité ordinaire, de celle où l'on peut employer la bêche, l'ouvrier travaille en un jour une étendue à peu près égale à celle qu'il peut bêcher. Ainsi, sans entrer dans la discussion fort difficile de la force employée, on peut conjecturer qu'elle est égale à celle que nécessite l'emploi de la bêche. Les mêmes ouvriers employés à l'un et à l'autre de ces modes préfèrent même souvent la houe. Ainsi, quand on voudra évaluer le travail que l'on peut obtenir, on se servira des formules indiquées pour la bêche, et l'on arrivera au résultat cherché.

Le travail de la houe n'a pas la même perfection que celui de la bêche. L'instrument enfoncé en terre, l'ouvrier tire la motte à lui et l'étale sous ses pieds. Elle n'est pas retournée, elle n'est que déplacée ; on n'expose donc pas sa partie inférieure à l'action de l'air, comme par le bêchage régulier.

L'action du pic peut être évaluée de la même manière, en tenant compte de la ténacité de la terre et de la largeur des fragments que l'on détache et qui, par l'adhérence de leurs parties, ont des dimensions plus grandes que la pointe du pic.

Quant à l'appréciation du travail nécessaire pour le sarclage, elle est plus difficile, parce qu'elle tient moins à la nature de la terre et à sa ténacité qu'à l'arrangement des plantes, à la difficulté de cultiver les intervalles et, sans les toucher, de faire disparaître les herbes adventices. Quand les plantes sont disposées en lignes, le travail est plus aisé. Ainsi il y a une grande différence entre le sarclage du pavot semé à la volée et celui du colza planté en lignes; on emploie jusqu'à 24 journées de femme pour sarcler un hectare de pavots, tandis qu'en 5 à 6 jours un homme avec une houe un peu large sarcle un hectare de colza en lignes. Dans les plantations et semis en lignes, on a plus d'avantage encore à employer la houe à cheval.

CHAPITRE VII.

Instruments destinés à briser les mottes, ameublir, aplanir et presser la terre par une action discontinue (masser) et par une action continue (rouleaux).

Les opérations que nous avons décrites jusqu'ici soulèvent des bandes de terre ou des blocs qui rendent la surface du sol inégale, y créent une foule de vides et d'interstices dans lesquels l'air peut bien pénétrer, mais où les semences que l'on jetterait en terre et qui pénétreraient dans ces cavités se trouveraient étouffées, incapables qu'elles seraient de traverser les voûtes solides que forment les mottes et les bandes de terre au-dessus d'elles. Il arrive donc un moment où plus les travaux ont été énergiques et ont soulevé de forts prismes de terre, plus il devient nécessaire d'achever l'œuvre des instruments de défrichement et celle des machines en pulvérisant les masses isolées, en faisant disparaître ces vides inégalement répartis, en ameublissant le sol et en reconstituant une masse homogène sous le rapport de la ténacité.

Dans la petite culture, quand on ne peut disposer de la force des animaux ou quand les champs sont trop peu étendus pour qu'on puisse les y faire entrer, on se sert de masses de bois pour écraser les mottes. La cherté de ce travail dépend de la dureté et de la grosseur des mottes, comme aussi de la force du maillet qui doit être proportionnée à celle du travailleur. Ainsi l'ouvrier donne environ 30 coups de masse par minute; si les mottes ont une ténacité telle qu'elles exigent chacune deux coups de masse, et si l'hectare qui aura été bêché présente 10,000 mottes, nous aurons besoin de 20,000 coups de masse, et l'ouvrier en brisera 14,400 dans sa journée de huit heures.

On fait suivre l'action de la masse par celle du râteau, pour achever d'ameublir et d'égaliser le terrain.

Quand on peut se servir de la force des animaux, on substitue la pression à la percussion pour briser l'adhérence des blocs de terre. Cette pression s'opère au moyen des rouleaux. Le rouleau est employé soit pour briser les mottes durcies, soit pour tasser le terrain soulevé par les gelées ou qui par sa nature est trop poreux, trop *creux*. On sait que les grains qui sont semés dans des terrains semblables sont clairs et réussissent mal par l'excès de l'aération, parce que leur dessèchement est trop rapide et aussi parce qu'ils pénètrent trop profondément dans le sol.

On se sert ordinairement de rouleaux en bois de 2 mètres de longueur sur $0^{m},25$ de diamètre, ne pesant pas plus de 80 kilogr. Si un pareil rouleau passait sur une surface plane, il ne donnerait que $0^{k},4$ de pesée par zone de $0^{m},1$; mais il faut observer que la terre étant soulevée comme nous l'avons indiqué, le rouleau ne pèse que sur les points saillants, et que l'expérience prouve que son effet suffit dans les terres qui ont éprouvé les atteintes des gelées. Il n'en serait pas ainsi sur les mottes durcies par les chaleurs de l'été. En les supposant formées de prismes de $0^{m},05$ carrés, elles présenteraient $2^{cq},500$ de surface de rupture, et nous avons vu dans le premier volume[1] qu'un pareil solide d'argile exigerait 303 kil. pour se rompre, et que la terre du Jura exigeait encore 24 kil. Aussi ne tente-t-on guère de se servir du rouleau pour les terres qui sont dans cet état. Cependant, quand on est pressé par le temps, on emploie des rouleaux de pierre de 1 mètre de longueur ayant un brancard et pesant 330 kil. qui ne donnent aussi que 3 kil. par zone de $0^{m},01$. Si l'on voulait aller plus loin et adopter les rouleaux compres-

(1) Tome I, p. 145, deuxième édition; page 161, premtére édiiion.

seurs de Schattenmann, de $1^m,30$ de longueur sur $1^m,30$ de diamètre et pesant 2,000 kil., on obtiendrait 15 kil. par zone; mais il faudrait un tirage très considérable, et la rareté de telles opérations ne permettrait guère aux cultivateurs d'être pourvus de tels instruments.

Au reste, dans les terres tenaces, on augmente beaucoup l'action du rouleau en le garnissant de pointes (*fig.* 108). Tout

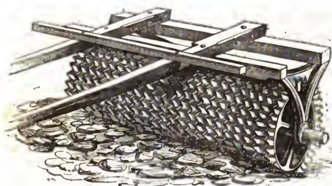


fig. 108.

son poids porte alors sur ces pointes qui pénètrent dans les mottes et les brisent, en écartant les molécules. Supposons, en effet, un rouleau qui ait 25 rayons de 40 dents sur sa longueur de 3 mètres; ces dents pressent une surface de $0^m,003$, le poids entier du rouleau porte à la fois sur $0^m,075$ seulement. Le cylindre marchant avec la vitesse de 1 mètre par seconde, les pointes ayant chacune le poids de

$$\frac{80}{40} = 2 \text{ k.}$$

ont une force vive qui les fait pénétrer de $0^m,006$ dans les terres les plus dures, et de $0^m,013$ dans celles qui sont dans l'état ordinaire de ténacité. Cette pénétration et la force de coin des dents suffisent pour ouvrir les mottes, ou au moins

pour altérer fortement leur cohésion. C'est donc au rouleau à pointes qu'on devrait avoir recours dans ce cas, de préférence aux rouleaux plus pesants.

Après le passage du rouleau, les mottes semblent quelquefois encore tout entières, mais on ne tarde pas à s'apercevoir de l'atteinte qu'elles ont reçue; car en faisant succéder à cette œuvre celle de la herse, elles se brisent, s'émiettent sans peine, tandis qu'elles résistaient avant l'opération du rouleau.

Le rouleau-squelette, formé de disques de fonte enfilés dans un axe en fer (*fig.* 109), présente aussi une solution du même

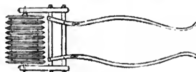


fig. 109.

problème, et ses tranchants sont moins sujets à s'émousser que les dents des rouleaux à pointes.

Pour les terres travaillées à billon, le rouleau cylindrique présente de grands inconvénients. Si le tirage est fait dans la direction des planches, il ne porte que sur leur sommet; s'il est fait en travers, sa marche n'est qu'une suite de ressauts qui fatiguent beaucoup les bêtes de trait. M. Malingié a fait construire des rouleaux coniques, consistant en un axe de fer coudé qui porte des rondelles en pierre; la longueur de rouleau est égale à la largeur des planches; il est monté sur un châssis en bois, et deux chevaux sont attelés dans la direction de ses extrémités, de manière à marcher constamment de front dans les raies de séparation. Cette disposition nous paraît fort ingénieuse.

CHAPITRE VIII.

Instruments servant à répandre la semence (semoirs).

Dans un grand nombre de cas, on doit semer les graines des plantes à certaine distance les unes des autres, dans un certain ordre, en certaine quantité. C'est ce qui a lieu dans les semis en lignes, indispensables pour les plantes qui acquièrent une grande dimension, comme le maïs, les fèves, les haricots, les betteraves, et d'une utilité plus contestée pour les céréales.

De plus, les graines que l'on sème à la volée, outre qu'elles sont inégalement espacées, quelle que soit l'habileté du semeur, sont ordinairement enterrées d'une manière incomplète ou recouvertes d'une couche trop épaisse de terre sous laquelle elles sont étouffées, ou laissées à découvert, soumises ainsi aux alternatives d'humidité et de sécheresse qui finissent par détruire le germe, et exposées à l'avidité des oiseaux granivores. Ces chances de perte rendent nécessaire l'emploi d'une plus grande quantité de grains, que l'on pourrait épargner si ceux qui sont strictement nécessaires étaient placés en terre d'une manière plus convenable.

Si donc on trouvait un instrument tel qu'il plaçât chaque graine à la distance voulue de ses voisines et formât avec elles des lignes très régulières ; si, en outre, il la déposait exactement à la profondeur que l'on jugerait le plus avantageuse et la recouvrait de terre ; qu'enfin l'économie que l'on ferait sur la quantité des semences et l'avantage que l'on trouverait dans les travaux d'entretien et de sarclage des plantes couvrît les dépenses de l'opération, on aurait résolu un des problèmes les plus intéressants de l'agriculture.

On s'est efforcé de le résoudre et d'une multitude de manières. Les livres d'agriculture, depuis l'apparition de celui de Tull, sont remplis de descriptions et de figures de semoirs. Et cependant aucun d'eux n'a pu encore se faire accepter définitivement dans la pratique. Ce n'est pas que plusieurs d'entre eux ne soient très ingénieux et très propres à remplir une grande partie des conditions indiquées; mais d'abord ils supposent, en général, une perfection dans les cultures préparatoires qu'on est loin de rencontrer partout, qui serait même nuisible dans un grand nombre de cas. Ainsi, pour les terrains susceptibles de se durcir beaucoup après les pluies, il y a du danger à pulvériser trop finement le sol, à en faire disparaître complétement les mottes; les praticiens ont reconnu, au contraire, qu'il était plus utile d'attendre leur désagrégation de l'effort des gelées, qui, en les pulvérisant, laissent pourtant les particules dans un certain état de séparation. Nous citons cet exemple seul pour montrer que ce n'est pas toujours sans raison que les cultivateurs n'ont pas adopté des instruments qui, parfaits pour les plantes qui doivent recevoir de nombreux sarclages, pourraient présenter des dangers pour celles qui doivent rester longtemps en terre.

Ces réserves faites, nous allons parcourir les différentes dispositions au moyen desquelles on a cru pouvoir remplir les indications que nous avons signalées comme justifiant la recherche d'un bon semoir.

1° Si l'on imagine une trémie pleine de semence dans laquelle tourne un axe garni de cuillers, quand cet axe sera mis en mouvement, les cuillers se rempliront de graines, et les projetteront en arrière. Si donc, en arrière de cet axe, se trouve en face de chaque cuiller un entonnoir qui reçoive le grain, que cet entonnoir corresponde à un tube descendant, on aura assigné à chaque grain la place exacte où il doit arriver sur la surface du sol. Ce principe est celui des semoirs à

cuillers (*fig.* 110); il a été adopté par Frost, perfectionné par

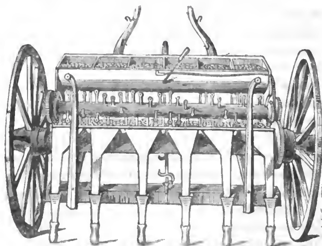


fig. 110.

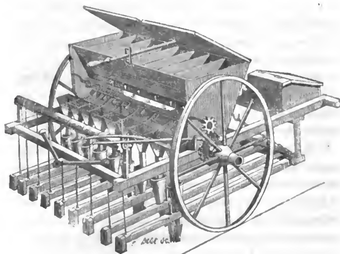


fig. 111.

Coke d'Holkham[1]; il fait la base des semoirs de Grignon et de ceux de Mathieu de Dombasle.

2° Si l'auge dont nous venons de parler est fermée en bas par un axe tournant sur lequel on creuse de distance en distance des cavités (*fig.* 112), celles-ci se rempliront de graines qui,

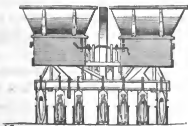


fig. 112.

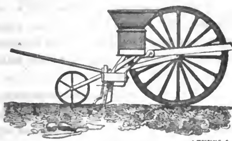


fig. 113.

quand l'axe aura fait une demi-révolution, se verseront, en passant devant des ouvertures pratiquées à la partie inférieure de la trémie, dans des entonnoirs correspondants à ces ouvertures, et de là seront portées en terre par des tubes pareils à ceux déjà décrits. C'est le principe des semoirs de Locatelli, de Tull, et de celui de Dacklet, adopté par Thaer[2]. Il constitue ce que nous appelons les semoirs à *entailles*. Le semoir Hugues

(1) *Système d'agriculture de Coke*, par Molard, p. 232.

(2) *Description des instruments d'agriculture*, par Thaer, traduit par M. de Dombasle.

(*fig.* 113) est un semoir à entailles très ingénieusement conçu. L'axe est creusé d'entailles de différentes grandeurs pour les différentes espèces de graines; en le poussant à droite ou à gauche, on fait coïncider les entailles de telle et telle grandeur avec les ouvertures de la trémie, de même que dans les serinettes on fait varier les airs en déplaçant latéralement le cylindre. Ce semoir peut aussi verser l'engrais en même temps que la graine. C'est un des instruments les plus parfaits qui aient été produits jusqu'ici.

3° Si le cylindre tournant, au lieu d'être garni d'entailles, est parsemé de pointes saillantes, que le fond de l'auge soit percé de trous espacés et fermés par des brosses rudes, on conçoit que les pointes, en traversant les brosses, ouvriront passage aux grains de blé, qui pourront tomber dans un entonnoir disposé pour les recevoir; la brosse, en se redressant bientôt après par l'effet de son ressort, ne laisse passer qu'un certain nombre de grains. C'est le principe de Fellemberg, qui a construit un semoir très artistement combiné, mais un peu trop sujet à réparations[1].

4° Les trous, au lieu d'être fermés par des brosses, peuvent l'être par de petites soupapes coniques garnies de cuir, comme les clefs des instruments à vent; elles seront mises en mouvement par les pointes du cylindre, qui appuieront sur le bras du levier des clefs et les feront ouvrir; celles-ci se fermeront ensuite par l'effet de ressorts. C'est tout à fait le mécanisme du piano. Duhamel avait adopté cette solution pour ses semoirs[2].

5° Les semoirs à barillet sont tout simplement formés de barils ou de lanternes en bois, en fer-blanc, percés de trous qui laissent passer la semence à mesure que l'on imprime à la lan-

(1) Feuilles d'Hoffwyl, en allemand.

(2) *Traité de la culture des terres*, édition in-12, tome II, p. 135.

terne un mouvement de rotation (*fig.* 114). Tel est le semoir à turneps des Anglais.



fig. 114.

Tous les semoirs proposés jusqu'ici, soit qu'on les dispose sur des avant-trains pour être tirés par des chevaux, soit qu'on les place sur une brouette pour être menés à bras, soit enfin qu'ils soient portés par l'ouvrier lui-même, comme le semoir Barrault, ne sont que des applications de ces différents principes. Ils se distinguent seulement par leurs proportions, par les combinaisons mécaniques de leurs parties, enfin par des dispositions accessoires qui aident à compléter l'opération.

Dans la plupart des semoirs, on fait précéder les tubes qui versent la graine par un petit coutre qui ouvre la terre à la profondeur où elle doit être enterrée, et on les fait suivre par une raclette, un rouleau et une herse qui la recouvre. Ils sèment plusieurs rayons à la fois, en général de sept à huit. Le semoir Dombasle peut expédier trois hectares par jour.

M. Mathieu de Dombasle n'avait pas tardé à reconnaître un des grands défauts de la plupart des semoirs. Quand les roues

du train parcourent un terrain inégal, elles soulèvent ou abaissent successivement les coutres qui marchent en avant du cylindre. La graine se trouve donc tantôt trop peu, tantôt trop enterrée, et quelquefois elle ne l'est pas du tout Il a surmonté cette difficulté en rendant les socs indépendants de l'essieu des roues, en donnant à leur système des mancherons sur lesquels agit l'ouvrier pour leur donner plus ou moins d'entrure. La solution ne nous semble pas complète. Elle suppose que les deux roues se soulèvent ou s'abaissent à la fois, et que l'on aura besoin d'enfoncer ou de relever à la fois tous les coutres. Mais il n'en est pas ainsi, et l'inégalité des terrains peut nécessiter le relèvement des coutres à droite et leur abaissement à gauche; ce à quoi le moyen proposé ne remédie pas.

Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'entrer dans de plus grands détails sur la construction des semoirs; ils sont l'objet d'une fabrication spéciale qui livre toujours les machines de meilleure qualité et à meilleur marché qu'on ne pourrait les obtenir en les faisant construire soi-même.

Le semoir de Mathieu de Dombasle, pris à Nancy, coûte 300 francs; le semoir de Hugues, 500 francs. Nous devons nous borner ici à donner quelques règles sur la manière de juger ces instruments.

1° Un bon semoir doit répandre à volonté les graines à une distance voulue, les répandre uniformément et sans interruption toutes les fois que la machine marche, et la machine continuant à marcher, on doit pouvoir interrompre la transmission des graines, car il est un cas, comme à la fin des sillons et quand on retourne pour en recommencer un autre, où l'ensemencement doit s'arrêter.

2° Le semoir doit permettre d'effectuer avec facilité les changements dans la distance entre les lignes des semis et des plantes entre elles dans ces lignes.

3° Les semences doivent en sortir avec égalité, c'est-à-dire

que leur nombre doit être proportionné à la rapidité de la marche de l'instrument. Il ne doit pas être sujet à s'engorger, ce qui serait cause que plusieurs lignes pourraient manquer de graines. Cette disposition serait un vice radical dans un semoir.

4° La semence doit être recouverte avec soin après le passage du semoir, sans que l'instrument destiné à cet usage puisse faire la *traîne*, c'est-à-dire sans qu'il s'engorge de terre et dérange les semences une fois qu'elles ont été posées à leur place.

5° Le semoir doit être solide, peu sujet aux dérangements, et les réparations qu'il nécessite doivent pouvoir être faites par les ouvriers ordinaires.

6° Sa marche doit être facile, de manière que le cheval puisse soutenir la vitesse de 1 mètre par seconde. Alors s'il sème sept sillons à $0_m,20$ de distance, il doit pouvoir ensemencer en un jour près de 3 hectares de terrain par journée de huit heures de travail.

De tous les semoirs connus, celui qui a subi les épreuves les plus réitérées et les plus favorables est le semoir de Hugues, dont le mécanisme, quoique bien connu, n'a pas été publié. Son auteur a parcouru la France à plusieurs reprises pour le faire expérimenter, avec un zèle qui lui aurait mérité le succès quand bien même son instrument n'aurait pas été aussi bon qu'il pouvait l'être. On se loue beaucoup de ses résultats dans les pays où les procédés de culture sont assez parfaits et les terrains assez meubles pour qu'il n'y ait pas de grands changements à faire dans les procédés de préparation des terres au moment des semailles, mais surtout dans les contrées où le blé talle beaucoup, et où par conséquent on peut économiser, sans aucun risque, sur la quantité des graines à répandre.

CHAPITRE IX.

Instruments pour les récoltes.

SECTION Ire. — *Instruments tranchants (faucilles, faux, etc.).*

La faucille (*fig.* 115-116) est le plus ancien instrument em-



fig. 115.



fig. 116.

ployé pour couper les herbes et les pailles ; elle prend diverses formes et diverses dimensions ; tantôt elle représente un quart de cercle, tantôt un demi-cercle, tantôt enfin plus d'un demi-cercle ; ses bords sont tranchants, ou dentés en forme de scie.

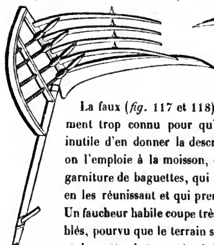


fig. 117.

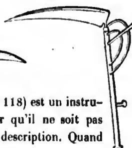


fig. 118.

La faux (*fig.* 117 et 118) est un instrument trop connu pour qu'il ne soit pas inutile d'en donner la description. Quand on l'emploie à la moisson, on y joint une garniture de baguettes, qui rabat les tiges de blé en les réunissant et qui prend le nom d'*engerai*. Un faucheur habile coupe très ras les prairies et les blés, pourvu que le terrain soit exempt de pierres et de mottes de terre. Après le passage de la faux,

un pré doit représenter un tapis de velours, rasé bien également de $0^{m},003$ à $0^{m},005$ de la surface du sol, et où l'on ne puisse distinguer, si ce n'est par le pas des faucheurs, la limite où s'est arrêté le coup de la faux ; si le faucheur veut prendre de trop grands coups, la pointe de la faux se relève à la fin de sa course, et le gazon est coupé moins ras en cet endroit.

Il est très difficile de calculer la force nécessaire pour faucher une prairie. Elle dépend entièrement de la quantité et de la qualité des tiges qui la forment. Si le foin est épars, pressé, avancé dans sa végétation, il exige plus de force, et le faucheur est obligé d'avancer plus lentement, d'embrasser une moins grande surface dans chacun de ses coups de faux. Les tiges ligneuses ou durcies comme les roseaux, les pailles de blé exigent beaucoup plus de force que les fourrages artificiels, pleins de sucs et peu ligneux.

Le salaire des faucheurs n'est pas même un moyen bien sûr pour juger de leur fatigue comparée à celle du faucillage ou de tout autre travail rustique, parce que tous les ouvriers ne sont pas bons faucheurs et que cet exercice exige une force et une adresse qui en font une industrie spéciale. Les faucheurs se nourrissent mieux que les autres ouvriers tant que dure le travail. Cependant cette comparaison est encore le procédé qui nous fera approcher le plus de la vérité dans l'appréciation de la force déployée.

Le fauchage des prairies naturelles coûte à Orange 0 fr. 24 c. par quintal métrique de foin que donne le pré ; ainsi environ 20 fr. 40 c. pour les trois coupes d'un hectare de prairie en terme moyen. Mais comme le prix est fait à la mesure du terrain et non au poids du foin, savoir à 6 fr. 80 c. par hectare et par coupe, les prés bien fournis d'herbe paient proportionnellement moins que ceux qui le sont mal. Un bon faucheur peut abattre en un jour le foin de 50 à 60 ares de prairie à la première coupe qui rend moyennement 8,500 kil. par

hectare, ce qui donne une journée de 3 fr. 75 c., tandis qu'il fauche 80 à 90 ares de la seconde et troisième coupe qui ne donnent ensemble que la même qualité de foin, et qu'il gagne alors 5 fr. 75 c. par journée.

Le fauchage des prairies artificielles se paie dans la même proportion. Ainsi les cinq coupes d'une luzerne bien garnie, qui donnent ensemble 6,000 à 7,000 kil. de foin par hectare, se paient de 15 à 16 fr. Dans chaque travail, l'ouvrier est arrivé à mesurer, pour ainsi dire, son salaire par sa peine; et sa peine est évidemment relative à la masse du fourrage abattu. La journée moyenne des faucheurs étant de 4 fr. 60 c., celle des bêcheurs de 1 fr. 75 c., on voit qu'elles sont entre elles à peu près comme 100 : 36.

La faucille n'est plus employée pour faire les foins, si ce n'est par des enfants que l'on envoie tondre la provision de quelques vaches, mais elle l'est encore pour la moisson partout où l'on est obligé de se procurer de nombreux ouvriers étrangers, par l'étendue des champs comparée à la population locale. On ne peut attendre la force exceptionnelle qu'exige le travail de la faux de cette tourbe d'ouvriers étrangers que la pauvreté de leur pays pousse, à l'époque de la maturité des blés, vers des terres plus fertiles pour y chercher du travail. Un homme scie 20 ares de blé, un faucheur en abat 60. Le salaire de l'un et de l'autre est dans la même proportion, c'est-à-dire que le faucheur recevant 10 fr. par hectare ou 6 fr. par journée, ce faucilleur en retirera 2 fr.

La sape flamande (*fig.* 119) est intermédiaire entre la faux et la faucille. C'est une faux légère que l'on manie en l'appuyant sur l'avant-bras droit et en passant la main dans une courroie placée à moitié du manche, tandis que la main gauche tient un crochet qui sert à saisir la partie du chaume que l'on veut couper. Cet instrument est léger et les femmes elles-mêmes peuvent s'en servir. Un sapeur fait les $\frac{2}{3}$ de l'ouvrage d'un

faucheur et est payé sur ce pied. La sape ne sert qu'à la moisson, et ne coupe pas assez ras pour qu'elle puisse être employée pour les prairies.

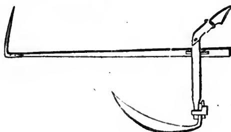


fig. 119.

Section II. — *Instruments employés pour détacher les grains de la paille.*

Le moyen le plus simple qui se soit présenté à l'esprit pour séparer le grain de ses enveloppes a dû être de saisir les tiges et de frapper leur épis contre un corps dur. C'est l'*égrenage* que l'on emploie encore pour les semences potagères. On les égrène sur une table ou sur le fond d'un tonneau. On égrène encore le maïs en froissant fortement son épi contre un corps résistant, comme le fer d'une bêche; mais ces moyens devenaient lents et trop minutieux dès qu'il s'agissait de récoltes un peu considérables. Alors, au lieu de frapper la plante contre le corps dur, on l'a frappée avec un corps dur, avec une gaule, par exemple, qui s'est peu à peu transformée en fléau. Puis on a voulu substituer l'action des animaux à celle de l'homme; on s'est servi de leurs pieds en les faisant trotter sur une couche formée de plantes dont on voulait extraire le grain; ou bien on les a attelés à un chariot à larges roues, puis à un traîneau présentant une large surface; enfin, dans ces derniers temps, le génie de la mécanique a cherché à régula-

riser toutes ces opérations, à les combiner, à réduire l'espace et le temps que l'on y employait, et a produit la machine à battre.

Nous trouvons des traces de toutes ces méthodes chez les anciens. Les Egyptiens égrenaient le lin et le faisaient passer entre les dents d'un peigne mu par les pieds de l'ouvrier[1]. Les Chinois égrènent le riz et frappent les gerbes sur une planche inclinée soutenue en l'air par un chevalet, ou sur les bords d'une caisse où tombe le grain, ou au moyen d'un fléau à deux tranchants, ou enfin au moyen d'un faisceau de bambous[2]. Le prophète Isaïe nous indique positivement ces différentes manières d'opérer : « On ne foule pas la vesce avec des traîneaux, on ne fait pas passer la roue des chariots sur le cumin, mais on bat la vesce avec la verge et le cumin avec le fléau. » Et ailleurs : « Je te rendrai semblable au chariot neuf armé de pointes avec lequel on foule le grain[3]. » Déjà Moïse avait prescrit[4] de ne pas emmuseler le bœuf qui foulait le grain, afin qu'il pût profiter aussi de l'abondance de la terre.

Les Grecs dépiquaient le blé en le faisant fouler aux pieds des bœufs[5]. « Lorsqu'un laboureur a réuni sous le joug deux taureaux au large front pour fouler l'orge blanche dans une aire spacieuse, la paille légère s'envole sous les pieds des taureaux mugissants, etc. » Les Romains employaient le fléau, le foulage et le rouleau. « Lorsque les épis sont seuls moissonnés, dit Columelle, on peut immédiatement les porter à la grange et en remettre le battage à l'hiver avec des fléaux, ou en les faisant fouler aux pieds des chevaux[6]. » Varron décrit

(1) *Description de l'Égypte*, planche 68, fig. 37, tome I.
(2) *Memoires de la Société centrale d'agriculture*, 1827, tome II, planche de la page 222.
(3) Chap. XXVIII, verset 27, et chap. XI, I, verset 15.
(4) *Deutéronome*, XXV, verset 4.
(5) *Iliade*, lib. XX, verset 495.
(6) Lib. II, cap. XXI.

exactement les deux méthodes. « Le grain, dit-il, est battu dans l'aire, quelquefois par des bœufs attachés au joug d'un *tribulum*. Cette machine est faite de planches hérissées de pierres et de fer. Le conducteur se place dessus; elle a un poids considérable et est traînée par les bœufs sur les épis que l'on veut battre; ou bien elle est faite d'une planche avec de petits rouleaux au-dessus au lieu de dents; elle prend alors le nom de *plostellum pœnicum*. Dans l'Espagne citérieure et dans d'autres pays, un homme est assis sur cette machine et conduit les bestiaux qui la tirent. D'autres font battre leur blé par des bestiaux non assujettis au joug et qui, par le froissement occasionné par leurs sabots, contraignent le grain à se détacher de l'épi [1]. Enfin Columelle nous indique dans quel cas on doit préférer un de ces moyens à l'autre : si l'on bat les épis seuls détachés de la paille, le fléau; si la paille reste unie à l'épi, on fait fouler sur l'aire par des chevaux, et lorsqu'on a peu de ces animaux, on peut ajouter un rouleau ou un traîneau (*tribula* ou *traha*, qui, selon Servius, ont la signification adoptée) qui l'un et l'autre brisent facilement la paille [2]. »

Tous ces instruments sont encore usités aujourd'hui, et sans parcourir la série de leurs innombrables variétés, nous croyons devoir nous astreindre ici à remonter à leurs principes. Ils sont de trois espèces : 1° froisser l'épi, comme on le ferait en le pressant entre les mains : c'est ainsi qu'agit le traîneau; 2° frapper l'épi de manière à changer la forme des enveloppes et à faire sortir le grain de la balle : c'est le mode d'action des fléaux, des machines à battre et du dépiquage par les pieds des chevaux; 3° peser sur l'épi pour produire le même effet, comme font les rouleaux cylindriques.

(1) Lib. I, cap. LII. Voyez aussi la figure du *plostellum pœnicum* dans Lartigue, *Collection des machines*, tome II, page 17.
(2) Lib. II, cap XXI, et Pline, lib. XVIII, cap. XXX.

§ 1. Le fléau.

D'après les expériences de M. de Villelongue[1], le battage de cent gerbes de blé pesant 400 kil. rendant $84^k,5$ de grain a été fait au moyen de 10,820 coups donnés en 660 minutes. M. Jaubert de Passa[2] pense que cette somme d'action serait excessive dans le Roussillon, ce qui peut tenir à la plus grande sécheresse des épis. MM. Hachette et Darblay croient qu'un ouvrier de bonne force peut battre en un jour 75 à 85 gerbes du poids de 8 à 9 kil., rendant 3 hectolitres par cent, c'est-à-dire qu'il produit $2^{hect.},40$ de grain dans sa journée. Selon eux, le nombre de coups de fléaux nécessaire pour battre une gerbe est de 150; 320 minutes sont employées à battre 80 gerbes, ou 4 minutes par gerbe[3].

Chaque coup de fléau éprouvé au dynamomètre, en frappant sur une largeur de $0^m,01$, l'a fait enfoncer de $6^k,25$. Les épis d'une gerbe occupent $0^m,40$ de superficie sur le plancher de la grange; ils ont reçu 150 coups produisant $937^k,50$. Cette somme de percussion produisant $2^{hect.},28$, un hectolitre exigera une force de percussion de 31,252 kil. Un homme produit dans sa journée un travail mécanique de 79,687 kil.

§ 2. Le dépiquage.

Si le fléau dirigé par l'intelligence humaine n'adressait ses coups qu'à la place où gisaient les épis et laissait la paille entière, il est bien sensible que quand les gerbes seraient étendues sous les pieds des chevaux et que ceux-ci fouleraient au hasard paille et épis, ils seraient obligés de déployer une force beaucoup plus grande pour parvenir à dégager de la balle

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture*, 1827, tome II, page 5.
(2) *Ibid*, page 301.
(3) *Ibid.*, page 11.

la même quantité de grain, puisqu'ils en emploieraient une partie à briser la paille.

Pour parvenir à dépiquer 5,200 gerbes du poids moyen de 7k,5 étendues sur une aire, M. Jaubert de Passa a trouvé que 24 chevaux avaient fait 672 tours au pas et 919 au trot; en tout 1,591 tours [1].

	Les chevaux ont parcouru	et ont fait
Pendant les tours au pas, le pas de $1^m,25$.	$7^m,028$	5622 foulés.
Id. au petit trot, le temps de trot, 1,55.	12,839	8283
Id. au grand trot, le temps de trot, 1,40.	23,087	9619

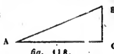


fig. 118.

Le cheval au pas élève deux de ses pieds à la hauteur de $0^m,07$ en les portant en avant de $1^m,25$; au petit trot, il élève le pied de $0^m,15$ en le portant en avant de $1^m,55$; au grand trot, il l'élève de 0^m13 en le portant en avant de $2^m,40$. Son pied arrive donc à frapper la gerbe non pas avec tout son poids, mais avec son poids modifié par la décomposition de la force verticale qui tend à peser en terre, et de l'horizontale qui tend à la transporter en avant.

Nous avons donc :

Pour le pas. . . 1^m25 : R :: 0,07 : tang. de B = 0,056
Pour le trot. . . 1,55 : R :: 0,15 : tang. de B = 0,097
Pour le gr. trot. 2,40 : R :: 0,13 : tang. de B = 0,054

C'est au petit trot que le cheval pèse le plus lourdement sur la paille. En supposant le cheval du poids de 320 kil. et le multipliant par les coefficients trouvés, nous aurons :

Pour l'action du pas. . . . . 5622 × 320 × 0,056 = 100,746 k.
— du petit trot. . . 8283 × 320 × 0,097 = 257,104
— du grand trot. . 9619 × 320 × 0,054 = 166,216

524,066

Et pour 24 chevaux. 12,777,584

Ce produit, divisé par 5,200 gerbes, nous donne 2,419 kil.,

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, page 314, etc.

près de $2\frac{1}{2}$ fois la force nécessaire au fléau qui exige 937 kil. M. Jaubert de Passa battait dans la journée 5,918 gerbes, avec le travail de 24 chevaux et celui de 15 hommes.

Si nous supposons que la journée de l'homme et celle du cheval soient de même valeur, nous trouverons que 39 journées ayant donné 5,918 gerbes, une journée donne 153 gerbes de 7k,5 ou 1,147k,5 de gerbes. Nous avons vu que l'homme battait au fléau 80 gerbes de 8k,5 ou 680 kil. de gerbes; le dépiquage paraîtrait donc près de deux fois plus économique que le battage, mais cette proportion est loin d'être exacte, parce que le battage est un travail continu et que le dépiquage, nécessitant un temps sec, laisse de longues journées de chômage pendant lesquelles les animaux sont oisifs et les hommes peu occupés. Nous avons trouvé par notre expérience que l'on ne pouvait pas attribuer plus de 5 hectolitres à la journée de chaque cheval, aidé d'un travail à bras d'hommes dont la proportion décroît à mesure que le nombre des chevaux est plus considérable, mais qui pour 24 chevaux est de 14. Nous aurions ainsi pour 5 hectolitres :

1 journée de cheval.	1f62
$\frac{14}{24}$ d'une journée d'homme à 2 fr.	1,17
	2f79
Ou, par hectolitre. . . .	0,56

Les loueurs de chevaux prennent 4 p. 100 du grain, et on est obligé de leur fournir les bras d'hommes; ainsi 5 hectolitres à 22 fr. valent 110 fr., les $\frac{4}{100}$ sont de 4f,40, si l'on y ajoute 1f,17 pour la journée d'homme, nous aurons pour un hectolitre 1f,114 (4k,13 de froment).

§ 3. La machine à battre.

Les machines à battre ont pris naissance dans les pays où

l'on bat au fléau. Il est impossible de contempler le spectacle de ce pénible travail longtemps continué, sans être porté, par un sentiment d'humanité, à lui substituer un procédé qui délivre l'homme d'un tel assujettissement. Les peuples du midi l'avaient fait en adoptant le dépiquage. Ce reste de pratiques barbares, qui considèrent l'homme comme une force brute, devait disparaître devant les progrès de la civilisation qui tend à relever notre espèce et devant ceux de la mécanique qui en fournit les moyens. Mais en faisant abstraction de ces hautes considérations morales, les raisons agricoles ne manquent pas pour établir les avantages qu'il y a à substituer un autre mode au battage du fléau.

En effet, si l'on renvoie cette opération au temps de l'hiver, il faut construire des granges ou élever des meules. Dans le premier cas, on engage un capital assez considérable en constructions, et les gerbes restent exposées pendant plusieurs mois aux ravages des rats qui remplissent ces magasins; dans le second, elles sont exposées aux effets de la malveillance : les incendies de meules sont loin d'être un cas rare; enfin, dans l'un et dans l'autre, on ne peut disposer de son bien immédiatement après la récolte; les approvisionnements de l'hiver ne sont pas assurés; on ignore encore quel sera le produit des gerbes, et un temps très long est employé à une opération qui, dans un espace restreint, ne comporte pas un grand déploiement de travailleurs.

« Si l'on bat immédiatement après la moisson, ce battage au mois d'août, qui se prolonge souvent jusqu'en octobre et qui emploie tous les hommes, les femmes et les enfants, est désastreux pour les cultures et la santé publique. Déjà la population est fatiguée par la moisson quand elle arrive au battage, et il faut battre à tout prix et jusqu'à extinction... D'où il suit que tout autre travail doit être abandonné : les cultures, les labours, les déchaumages. Les mois d'août et de septembre ne

trouvent plus personne; tout le monde est au battage. Les récoltes sarclées, s'il y en a, ne peuvent recevoir aucune culture pendant ce temps. La main-d'œuvre devient plus coûteuse d'année en année, et l'abondance des céréales, suite des progrès de notre âge, se trouve bientôt arrêtée par ces circonstances[1]. »

Les inventeurs avaient d'abord tenté de faire mouvoir les fléaux par des moyens mécaniques; mais ces essais ayant été jugés trop imparfaits, on chercha la solution dans le mouvement de rotation des battoirs.

Il faut distinguer, dans les machines à battre qui ont été proposées, la partie du mécanisme qui s'applique à l'opération du battage proprement dit et celles qui ont pour but d'accomplir les opérations de la récolte, savoir, la séparation de la paille et de la balle, et enfin le criblage des grains. Il n'est pas bien certain que cette complication d'opérations soit avantageuse. Quoi qu'il en soit, nous devons les considérer séparément, pour nous faire une juste idée de l'idée principale de la machine à battre.

Que l'on suppose un tambour en bois cylindrique et concave, dans l'intérieur duquel se meut avec une grande vitesse un cylindre portant des pièces de bois saillantes de $0^{m},08$ que l'on nomme battoirs. Si l'on présente une gerbe à l'action de ce cylindre, elle est entraînée sous les battoirs et successivement rejetée en arrière, et sort brisée et dépouillée de ses grains par une ouvertnre du tambour opposée à celle par laquelle la gerbe est entrée. Le grain est aussi conduit en dehors en glissant sur un plan incliné qui forme la partie inférieure du tambour concave. Telle est l'idée la plus simple que l'on puisse se former d'une machine à battre.

Les modifications qu'elle subit sont de plusieurs sortes. D'a-

(1) Rieffel, *Revue agricole*, juin 1844, p. 326.

bord on a cru devoir fournir les gerbes au cylindre battant avec une certaine mesure; on les étend sur une plate-forme où elles sont saisies par deux cylindres que l'on appelle cylindres alimentaires (*fig.* 120 et 121). La gerbe, au lieu d'être



fig. 120.

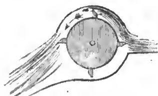


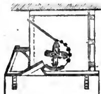
fig. 121.

battue en dessus, peut l'être en dessous. Le plafond du tambour est formé d'un grillage à travers lequel tombent les grains détachés de la paille. Le nombre des battoirs est de 4 à 12. Le diamètre du battoir est plus ou moins considérable; le tambour est intérieurement lisse ou garni de saillies que l'on nomme *contre-battoirs*. Le mouvement de la machine est plus ou moins rapide. Chaque constructeur a attaché une grande importance aux modifications qu'il introduisait. 1° Il paraît reconnu que les cylindres alimentaires retardent inutilement l'opération [1]; que la gerbe avance trop lentement et ne passe qu'en quantité trop minime pour fournir à l'action de battoirs très actifs; ils paraissent nécessaires quand les battants ont un mouvement trop lent. 2° Il est préférable que la gerbe passe au-dessus du cylindre, elle échappe moins à l'action des battants sur lesquels elle pèse de son poids; il faut donc que le cylindre tourne de manière que ses battants supérieurs s'éloignent de l'entrée d'alimentation. 3° Un plan incliné qui fait couler le grain en dehors est préférable à un grillage placé sous les battoirs, grillage auquel il faut imprimer un mouve-

(1) Moll, *Revue agricole*, juin 1844, p. 322.

ment qui exige de la force et qui entasse le grain sous l'axe de la machine. Il est plus facile à recueillir quand il est porté en avant. 4° Le nombre de quatre battants paraît être suffisant, si la machine est animée d'un mouvement très rapide. 5° Le diamètre du cylindre battant a été porté jusqu'à 2 mètres, ce qui rend la machine lourde et le mouvement lent. Dans les meilleures machines, il n'est que de $0^m,50$. 6° On a réussi avec les tambours lisses comme avec les contre-battoirs, mais ceux-ci paraissent avoir un certain degré d'utilité en arrêtant la paille et multipliant ainsi les coups qu'elle peut recevoir des battoirs, et en la forçant à passer dans des détroits où elle est plus fortement comprimée. Ces solutions sont celles qui ont reçu la sanction de l'expérience dans la machine de Ransomme [1].

Dans les expériences auxquelles elle a été soumise, le cylindre faisait de 900 à 1,200 tours par minute, et les battoirs frappaient les gerbes (*fig.* 122) avec une vitesse de $23^m,62$ et de $31^m,50$ par seconde. Cette vitesse est l'unique cause du grand produit de cette machine, qui surpasse à cet égard toutes celles auxquelles on a voulu la comparer. Elle égrène $9^h,62$ de blé et $23^h,33$ d'avoine par heure. Une des bonnes machines d'un autre système des environs de Paris ne donne que 2 hectolitres de blé et $6^h,66$ d'avoine. La machine à battre de M. Mathieu de Dombasle produisait 5 hectolitres de blé par heure[2]. Toutes ces machines sont attelées de quatre chevaux. La machine à battre de Ransomme doit donc être à présent le point de départ de tous les perfectionnements à introduire. Il faut adopter


fig. 122.

(1) Voir les figures de cette machine dans les *Mém. de la Société d'agriculture de Seine-et-Oise*, 1843.

(2) Voir sa description et sa figure, *Annales de Roville*, tome VI, p. 228 et 229.

sa grande vitesse, son petit diamètre, et bien prendre garde que les améliorations que l'on devra apporter à son système ne lui fassent perdre aucun de ses avantages.

Ce qui lui nuira le plus dans les pays où l'on transporte la paille pour la vendre, c'est sans contredit l'état dans lequel elle la laisse. Celle-ci se trouve brisée autant qu'elle peut l'être par le dépiquage des chevaux. Dans cet état, elle est infiniment plus goûtée par les animaux; elle se décompose plus facilement dans les fumiers, elle dispense de l'opération imparfaite du hache-paille, mais elle ne se charge pas facilement sur la charrette. Il faut, pour la transporter, commencer par l'enserrer dans des filets de corde, ce qui exige quelque peine; mais la machine ne pourra pas manquer d'être adoptée par ceux qui ne redoutent pas ces inconvénients.

Quand la machine à battre est dégagée des accessoires du vannage et du criblage, elle peut être rendue facile à transporter. Ainsi pour la machine de Ransomme, dont nous venons de parler et qui opère avec une si grande puissance, « le « démontage, le remontage et la pose se font rapidement et « sans difficulté; la machine et le manége sont disposés de « façon à pouvoir être facilement réunis et placés sur deux « roues dont les essieux font partie du corps même de la ma- « chine. » Cette facilité de transport rend cette machine plus précieuse encore pour la France, où le peu d'étendue des domaines s'oppose à l'introduction des machines fixes [1]. De même qu'il s'est formé des entrepreneurs de vannage, qui parcourent les fermes avec les moulins à vanner et qui en louent à ceux qui veulent s'en servir eux-mêmes, de même une bonne machine à battre ne peut manquer de devenir l'objet de spéculations et marquera l'heure de la délivrance pour toute cette population qui s'épuise dans cette opération, et probablement

(1) Moll, *loco citato*.

pour les chevaux de dépiquage soumis, dans d'autres régions, à de si violents exercices sous les feux de la canicule.

Sous le rapport économique, voici quels seraient les résultats. Le prix de la machine serait de 1,500 fr. Si on pouvait l'employer pendant 30 jours, l'intérêt du capital étant à $\frac{10}{100}$, son loyer serait de 5 fr. par jour. La rapidité du battage est telle que la commission de Seine-et-Oise pense qu'elle exigerait le service de 15 personnes, hommes, femmes et enfants, pour l'approvisionner de gerbes et retirer la paille avec des fourches à mesure qu'elle la battrait; nous supposons le prix moyen de ces journées à 1f,25; enfin le manége doit être mené par 4 chevaux. Nous avons donc :

15 journées d'hommes, femmes et enfants. .	18 f. 75 c.
4 journées de cheval à 1 f. 62 c.	6 48
Loyer de la machine.	5 »
	30 23

On égrène 96 hectol. de blé dans la journée de 10 heures, ce qui donne par hectol. 0f31.

L'opération faite par les machines à bras coûte en Angleterre 1f,33 prix fait à la tâche.

Les machines de M. de Dombasle donnent 60 hectolitres de grains par journées de 10 heures, étant attelées de 4 chevaux et servies par 3 hommes.

M. de Dombasle ne mettait que 0f,15 pour l'entretien et la valeur de la machine, à la charge de chaque hectolitre de blé : comme elle coûtait 2,400 fr., il faudrait supposer une récolte de 1,600 hectolitres au moins pour réduire à ce point l'aliquote supposé pour un hectolitre. D'un autre côté, la machine Dombasle n'est pas portative, et pour que 240 fr. d'intérêt ou d'entretien ne missent que 0f,15 à la charge de chaque hectolitre, il faudrait supposer que la récolte à battre serait de 1,600 hectolitres. Nous nous bornons donc, pour rendre la

comparaison le moins défavorable possible à cette machine, de lui supposer 30 jours d'activité comme à celle de Ransomme. Nous aurons donc pour

3 journées d'homme à 2 f. 50 c.	7 f.	50 c.
4 chevaux.	6	48
Loyer de la machine.	8	»
	21	98

On égrène 60 hectolitres de blé qui coûteront 0f,36 par hectolitre. Il faudrait à la machine 26 jours pour battre 1,600 hectolitres de grain, que la machine Ransomme battrait en 16 jours. La plupart des machines installées aux environs de Paris sont loin d'offrir des effets pareils à la machine de Dombasle et se bornent à battre de 20 à 26 hectolitres par jour.

L'avantage considérable qu'offrent les machines portatives dans un pays à propriétés divisées comme la France, en ce qu'elles peuvent être mises ainsi et sans peine à l'usage d'un grand nombre d'exploitations, me paraît donc militer fortement en faveur de celles qui, comme la machine de Ransomme, possèdent cette heureuse prérogative.

§ 4. Le ventilateur. — Tarare.

Quand le grain est détaché de la paille et de ses enveloppes par un moyen quelconque, on l'en sépare en projetant le mélange contre le vent avec une pelle. Le grain, plus pesant, tombe presque verticalement ; les corps légers qui l'accompagnent sont emportés à une certaine distance. Quand on opère dans une grange fermée, on se sert du van (*fig.* 123), espèce de panier évasé en osier que

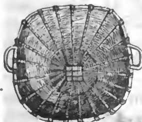


Fig. 123.

l'on secoue, en créant ainsi un courant d'air qui emporte les corps les plus légers ; on enlève aussi avec la main les brins de paille les plus durs qui se sont réunis à la surface du grain. La première de ces méthodes est toujours usitée dans les pays où la récolte se fait en plein air. Cependant il arrive quelquefois que le calme de l'air se prolongeant longtemps après le dépiquage du blé, on finit par recourir au tarare pour terminer l'opération. Le van est de plus en plus abandonné et a été remplacé presque partout par le tarare.

Cette machine (*fig.* 124 et 125) consiste en une caisse en bois

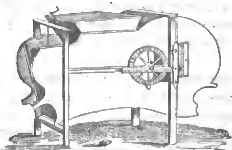


fig. 124.

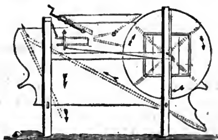


fig. 125.

renfermant un volant formé par quatre ailes, porté sur un axe horizontal, qui, par le moyen d'une manivelle pourvue d'un engrenage, tourne avec une grande rapidité et produit un cou-

rant d'air qui projette les corps légers (tels que la paille) par une ouverture supérieure placée en avant tandis que le grain tombe sur une trémie à laquelle la machine imprime un mouvement oscillatoire et s'amoncelle sous la machine. On la construit partout en ce moment et pour un prix qui, pour les plus parfaites, ne dépasse pas 80 francs. Aussi en trouve-t-on de toutes les formes, et les petites exploitations peuvent en louer à la journée pour un prix assez modique.

Un seul homme met en mouvement le tarare, mais il faut qu'il soit relevé de demi-heure en demi-heure, et même plus souvent. C'est donc le travail de deux hommes qu'il faut attribuer au tarare; celui qui ne tourne pas s'occupe à charger la trémie et à ranger la paille. Le tarare peut être aussi organisé de manière à marcher par le moyen d'un cheval. Alors on peut, comme en Angleterre, faire l'opération du vannage pour $0^f,07$ par hectolitre.

Dans le midi de la France, on emploie deux hommes et un enfant qui balaie la paille; on paie $0^f,25$ par hectolitre à la tâche. Un atelier ainsi composé peut passer 50 à 60 hectolitres par jour. Il en coûte souvent plus du double avec le vannage à bras.

§ 5. Cribles.

Nous ne décrirons pas les cribles, ils sont connus de tout le monde. Ordinairement, quand il s'agit de blé, on le fait passer successivement à deux cribles; le premier à trous un peu gros, auquel on donne un simple mouvement de va-et-vient, de manière à ce que tout le grain y passe et qu'il ne reste sur le crible que les débris de paille et les corps étrangers; le second à grains plus fins auquel on imprime un mouvement circulaire pour que toutes les graines légères et les balles qui restent encore, ainsi que les grains qui n'ont pas été

complétement dépouillés de leur enveloppe, viennent au-dessus et puissent être enlevés par le cribleur. On substitue quelquefois à cette dernière opération l'action de cylindres en toiles métalliques, mais dans une position inclinée à l'horizon, et dans lesquelles le grain se divise par ordre de grosseur et de pesanteur. On peut ainsi séparer les grains mal nourris de ceux qui, ayant toutes les qualités requises, viennent sortir au bout du cylindre. Le nouveau crible de M. Vachon, construit sur un autre principe et où les graines d'une autre dimension que celles du blé, s'engagent dans des cavités dont elles ne peuvent sortir, promet d'être supérieur à tous les autres par la simplicité de son mécanisme et ses bons résultats.

§ VI. — Machine à battre complète.

On a cherché à réunir en une seule ces diverses opérations, en adaptant à la machine à battre le tarare et les cribles nécessaires pour que le blé se trouvât définitivement conditionné de manière à pouvoir être porté au marché. Jusqu'à présent les combinaisons n'ont pas été très heureuses, si l'on en juge par l'augmentation considérable de forces qu'elles imposent. Nous voyons en effet que dans les expériences de Versailles, dans une des machines qui, étant complète, exigeait un tirage de 220 kilogrammes, il tomba à 125 quand on eut supprimé le secoueur et le tarare. Or l'opération coûte avec les machines anglaises $0^f,31$ pour le battage et $0^f,07$ pour le vannage; total $0^f,38$; et ici l'opération du vannage étant à l'opération du battage comme 125 : 95, le second étant toujours de $0^f,31$, le premier coûterait $0^f,23$, ce qui donnerait un total de $0^f,54$ au lieu de $0^f,38$. Jusqu'à ce que l'on ait trouvé de meilleurs modes d'engrenage qui ne fassent pas perdre autant de force, il sera donc préférable de séparer ces opérations.

§ VII. — Les rouleaux.

Dans les pays du nord, l'espace resserré des granges conduisait à l'invention de la machine à battre, tandis qu'au midi l'étendue des aires à dépiquer portait plutôt à perfectionner les chariots battants et les rouleaux agissant sur les gerbes par une plus large surface que le sabot des chevaux et devant produire un effet plus prompt. Lors des premières recherches qui ont eu lieu dans les temps modernes, on s'est servi de prismes hexagonaux ou de cylindres à côtes saillantes qui devaient agir comme les battants de la machine à battre, puis l'on a fini par s'apercevoir que les cylindres unis, agissant par la simple pression, donnaient un aussi bon résultat avec un tirage moins pénible.

Le rouleau uni n'agit qu'en comprimant et faisant changer de forme à l'enveloppe des grains sans les écraser. On a reconnu que sur une couche de gerbes de $0^m,06$ d'épaisseur, il fallait une pression de 22 kil. par zone de $0^m,01$ pour que l'épi, ainsi comprimé, laissât échapper toutes ses graines. Mais comme, dans cette opération, les épis ne sont pas seuls et que la paille mêlée avec eux occupe quatre fois leur longueur, il s'ensuit qu'il faut faire supporter successivement à la masse une pression de cinq fois 22 kil. pour opérer un égrenage parfait. C'est de cette première base qu'il faut partir [1]. Si nous supposons donc un rouleau de 2,000 kil. de poids et de la largeur de $0_m,90$, pesant ainsi 22 kil. par zone de $0_m,01$, il devra passer cinq fois sur les gerbes étendues, de manière à former un lit de $0^m,06$ d'épaisseur.

(1) La paille a plus de quatre fois la longueur de l'épi; mais on place les gerbes sur l'aire les unes sur les autres, de sorte que la surface de la paille, comparée à celle des épis, n'est plus que dans le rapport indiqué.

Chaque gerbe placée l'épi en avant, faisant face au rouleau, occupe, déployée, après qu'on a coupé ses liens, 1 mètre de largeur sur 1 mètre de longueur. Ainsi 900 gerbes occupant 900 mètres carrés exigent 450 mètres de parcours qui se font au pas en une heure ou une heure et demie. Pareille opération peut être recommencée le soir sans fatiguer les bêtes. Six hommes sont attachés à chaque rouleau pour retourner la paille à mesure qu'elle est foulée; deux chevaux mènent le rouleau, qui dépique dans sa journée 20 à 22 hectolitres de grain. Les frais de l'opération seront donc :

6 journées d'hommes à 2 fr. 50 c. . . .	15 fr.
2 journées de mules.	4
Total. . . .	19 fr.

Le dépiquage d'un hectolitre reviendrait donc à 0f,90. C'est à peu près le prix auquel revient le dépiquage. Tel est le rouleau qui a été usité jusqu'ici dans le midi[2].

Un des défauts d'un pareil rouleau est d'exiger la force de deux bêtes. La pratique a rendu évident que pour obtenir une marche régulière à l'ardeur du soleil et sous la piqûre des mouches un seul cheval devait être attelé au rouleau, et qu'alors il fallait borner son poids à 900 kil.; le tirage sur la paille molle et tassée étant considérable pendant les premiers tours. Un autre inconvénient est l'inclinaison de la ligne de tirage, à cause du petit diamètre des rouleaux actuels : l'animal, tirant de haut en bas, tend sans cesse à soulever le rouleau diminuer le poids qui presse sur la paille.

Mais le point du poitrail du cheval d'où part le tirage étant élevé des $0^{m},77$ de sa taille serait à $0^{m},93$ du sol pour un cheval de $1^{m},50$ de taille. Ainsi le rouleau devrait avoir $1^{m},86$ de diamètre pour remplir complétement l'indication d'un tirage horizontal. La surface de sa base serait de $2^{mq},62$. Construisons

(2) *Bulletin de la Société du Gard*, mai 1842, p. 299.

le en pierre calcaire pesant 2.400 kil. le mètre cube; chaque zone de $0^{m},01$ pèsera 62 kil., et en deux passages de rouleau l'œuvre pourra être accomplie. Mais si l'on voulait n'atteler qu'un cheval à cet instrument, selon les conditions prescrites, il ne pourrait avoir que 900 kil. de poids et $0^{m},14$ de longueur; ce serait une vraie meule de moulin qui ne remplirait pas les conditions de stabilité nécessaire. En effet, pour que cette stabilité existe, il faut que la hauteur du rouleau (son diamètre) ait avec sa longueur une proportion telle que la verticale passant par le centre de gravité du rouleau ne puisse jamais être entraînée en dehors de sa base. Le rouleau n'ayant à agir que sur une aire unie et sur des lits de gerbes étendues, nous avons observé qu'il ne prend jamais une inclinaison qui dépasse 6°; le diamètre pourrait donc atteindre sans danger de versement une largeur de 9, 8 fois sa base[1]. Dans le rouleau de pierre que nous venons de décrire, le diamètre $1^{m},86$ est plus grand que la base 0,14 multipliée par 9.8. Il manquera donc de stabilité.

Si nous le construisons en bois de chêne pesant 1,000 kil. le mètre cube, chaque zone pèsera 20 kil., et le rouleau de 900 kil. pourrait n'avoir que $0^{m},35$ de longueur. La stabilité sera assurée. Le rouleau devra parcourir 10,286 mèt. au pas en passant quatre fois sur les gerbes pour achever l'opération qui exigera les deux reprises de la journée pour être achevée avec un seul cheval et trois hommes qui suffisent, puis-

(1) En effet, le centre de gravité C (*fig.* 126), pour venir en C', décrit l'arc de cercle CC'; mais tout le corps tourne en même temps de la même quantité, par conséquent l'angle C AC est égal à l'angle B AB. Or, dans l'angle C AC, si nous prenons AD pour rayon, la tangente sera DE = AB. Nous avons donc AB : AD :: tang. 6° : R, et par conséquent $AD = \frac{AB \times R}{\text{tang. } 6°}$,
Faisons AB = 1, nous aurons AD = 9,8.

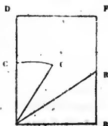
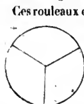


fig. 126.

que l'opération sera plus de moitié plus lente qu'avec le rouleau actuellement usité. Le cheval tirera sans aucune fatigue et sans être embarrassé par son accouplement avec un autre cheval.

Il est facile de prévoir cependant que l'on sera encore effrayé de la hauteur du rouleau et de son peu de longueur et que l'on préférera occasionner un peu plus de tirage au cheval en se réduisant aux proportions suivantes que nous avons vu usiter : $1^m,44$ de diamètre, $0^m,62$ de longueur, $14^k,47$ de poids par zone, qui parcourent 10,000 mètres en passant sept fois sur les gerbes.

Ces rouleaux de chêne sont faits de trois pièces (*fig.* 127) qui se réunissent par des surfaces planes garnies de tenons en bois pour éviter les glissements, cerclés en fer aux deux extrémités et au milieu. On doit leur adapter un brancard pour qu'ils ne glissent pas sur les jarrets des chevaux dans un temps d'arrêt, ce qui serait plus à redouter avec les grands diamètres plus mobiles. Le bois coûte 80 fr., les cercles et l'axe 20 fr.; le brancard 10 fr. Les rouleaux en pierre précédemment décrits coûtent, sans les accessoires, seulement 20 fr. C'est donc une somme de 60 fr. qu'il en coûte pour avoir un instrument plus parfait, qui d'ailleurs est d'une durée éternelle.


fig. 127.

Nous avons considéré jusqu'ici les rouleaux comme un corps cylindrique; mais menée en cercle, la base extérieure parcourt une circonférence plus grande que la base intérieure et la parcourt dans le même temps. La première doit donc avoir un diamètre plus grand que la seconde pour s'adapter à la ligne qu'elle parcourt. Si la circonférence des deux bases était la même, celle qui est le plus près du centre tendrait sans cesse à reculer pour suivre la base la plus éloignée; il y aurait des frottements et des pertes de force qui seraient d'autant plus

grandes que le rouleau serait plus long. Ainsi, dans ce cas, il doit représenter un cône dont le sommet serait au centre du cercle parcouru et la base à la circonférence extérieure. Si l'on tourne sur des rayons différents, on sent que le rouleau cônique reprend tous les défauts du rouleau cylindrique, et que l'inclinaison du cône est adaptée au cercle d'un diamètre donné. Mais ce défaut se manifeste d'autant plus que le rouleau est plus long et qu'il y a plus de différence entre les deux bases du cône tronqué. Et comme il arrive assez souvent que par inattention ou autrement le rayon sur lequel on tourne s'allonge ou se raccourcit, c'est encore une raison qui nous fait préférer les rouleaux courts aux rouleaux plus allongés.

Le rouleau se manœuvre de plusieurs manières : 1_o Sur une aire carrée; on garnit de gerbes seulement l'espace compris entre les deux cercles *a* et *b* (*fig.* 128), espacés de cinq fois la longueur du rouleau. Le conducteur se place au centre du cercle et fait tourner le rouleau dans cette piste en donnant ou retirant de la longe au cheval par l'éloignement ou le rapprochement successif du centre, jusqu'à ce que toute la paille soit foulée. Ici la différence de la circonférence des deux bases doit être réglée sur la distance moyenne et n'est parfaitement adaptée qu'à celle-ci.

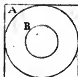
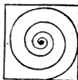


fig. 128.

2_o Sur une aire carrée; on garnit toute la surface de l'aire de gerbes. On place au centre un piquet solidement fixé, soit en terre, soit mieux encore dans un trou percé dans une pierre pesante. En tournant sur le plus grand cercle, la longe qui retient le cheval et dont l'autre extrémité est fixée au piquet s'enroule (*fig.* 129) autour de celui-ci et force l'animal à décrire une spirale, jusqu'à ce que le rouleau, complétement rapproché du centre, ne puisse plus tourner. Alors on arrête le cheval, on retourne le piquet de haut en bas, et le cheval,


fig. 129.

en se remettant en marche, déroule la longe jusqu'à ce qu'il retourne au plus grand cercle, et ainsi successivement tant que les gerbes ne sont pas complétement foulées. Dans ce cas, les deux diamètres du cône tronqué qui forme le rouleau doivent être réglés sur le rayon moyen à parcourir, c'est-à-dire par la moitié du rayon total.

3° Si l'aire est longue et rectangulaire, on peut faire tourner le cheval sur des cercles ayant toujours le même diamètre, et le travail s'en trouve mieux. Le conducteur tient la longe et se place sur la ligne médiane de l'aire au point A, éloigné du côté C D de la moitié de la largeur de l'aire entièrement couverte de gerbes. Il s'avance ensuite progressivement et lentement vers le côté F G, en suivant la ligne médiane A, A, A, A, . (*fig.* 130), en changeant ainsi continuellement le centre du cercle sans changer son rayon. Le cheval décrit une spirale jusqu'à ce que le dernier tour étant arrivé au côté F G, on l'y arrête un peu plus, pour compenser en faveur des gerbes placées au bord la répétition des passages qui a lieu sur les autres points. On revient alors au côté C D et on répète la manœuvre jusqu'à ce que les gerbes soient suffisamment foulées.

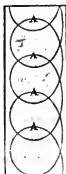


fig 130.

On trouve la différence qui doit exister entre les deux bases du rouleau en connaissant le rayon du cercle à décrire, qui dans ce cas, est la moitié de la largeur de l'aire et le rayon moyen ; dans les deux autres cas par la formule suivante : Appelons d cette différence, b le grand diamètre, l la largeur du cylindre et r le rayon du cercle; nous aurons :

$$d = \frac{b \times l}{r}$$

Ainsi le rayon étant de 8 mètres, nous avons pour le rouleau en bois ci-dessus décrit

$$d = \frac{144 \times 62}{300} = 11,16.$$

Le petit diamètre sera donc de 144 — 11,16 = 132c,84.

En récapitulant ce que nous venons de dire, nous trouvons que les différents modes d'égrenage du blé coûtent les prix suivants, en supposant la journée des hommes employés à ces travaux de 2f,50 :

1 hectolitre	battu au fléau.	1f30
—	dépiquage par les chevaux. . .	1,11
—	par le rouleau.	1,15
—	machine à battre écossaise. . .	0,21

Ces chiffres expriment les véritables rapports qui existent entre ces diverses opérations.

Dans le rapport sur les différents modes d'égrenage publiés par la Société centrale d'agriculture, on trouve, il est vrai, des chiffres différents; mais le rapporteur n'a pas fait attention que les prix indiqués dans le midi pour le dépiquage renfermaient tous les frais de la récolte depuis le moment où les gerbes sont apportées des champs sur l'aire jusqu'à l'entrée des blés dans les greniers et l'arrangement des pailles [1], tandis que le battage au fléau que l'on mettait en comparaison ne consistait que dans le pur égrenage. Cette erreur aurait pu être dissipée par la simple observation que l'on faisait l'opération du dépiquage en prélevant 4 p. 100 du blé dépiqué, ce qui, à 22 fr. l'hectolitre donnait 0f,88 par hectolitre. Il est donc bien constaté aujourd'hui que de tous les modes, le plus cher comme le plus pénible est le fléau, et que la machine à battre écossaise, construction de Ransomme, l'emporte sur les autres méthodes.

(1) *Voir* aussi nos *Mémoires d'agriculture*, t. II, p. 170.

CHAPITRE X.

Instruments de transport.

Les transports à courte distance se font au moyen du panier porté sur la tête, de la civière, du brancard formé de deux pièces de bois sur lesquelles on établit une plate-forme de planches, et qui est portée par deux hommes placés l'un en avant, l'autre en arrière; de la hotte, qui est un panier oblong retenu aux épaules de l'homme par deux courroies; mais surtout de la brouette, dont on doit l'invention à Pascal.

Les transports plus éloignés se font au moyen de voitures à deux ou quatre roues, qui prennent le nom de charrettes, chariots, tombereaux. Nous ne décrirons pas les instruments de premier ordre; ils sont bien connus et leur construction n'a rien de compliqué. Mais avant de comparer leurs effets entre eux et avec ceux du second ordre, qui servent à des transports éloignés, nous croyons devoir les considérer d'une manière moins générale, à cause de leur importance dans les exploitations et des résultats que leur choix peut avoir sur leurs succès. Nous allons d'abord examiner en détail les parties dont se composent ces véhicules.

SECTION Ire. — *Véhicules à deux roues. Charrettes.*

§ Ier. — Les roues.

Des expériences positives semblent avoir mis hors de doute que le frottement des roues était en raison inverse de la racine carrée de leur diamètre [1]. Ce frottement diminue donc à mesure que le diamètre de la roue augmente, mais aussi son

(1) Dupuis, *Annales des ponts et chaussées*, t. XV, p. 30.

poids augmente avec le diamètre. On peut donc bien diminuer indéfiniment le rapport de la force de tirage à la pression; mais passé une certaine limite, on ne peut le faire qu'en augmentant le rapport du tirage à la quantité de marchandise transportée par le véhicule.

Comparons, par exemple, ce qui se passera pour deux paires de roues montées sur leurs essieux dont l'une aura $1^m,80$ de diamètre et l'autre 1 mètre seulement, l'une et l'autre avec la même largeur de bande de $0^m,11$. La première pèsera 600 kil., la seconde 428 kil.

Le tirage de la première était à celui de la seconde comme la racine de 1 est à la racine de 1,8, ou comme 10000 : 13416; nous verrons que la première paire exigeant un tirage représenté par 600, la seconde en exige un représenté par 574, c'est-à-dire de 34 p. 100 plus considérable que si, avec son poids de 428 kil., elle avait le diamètre de $1^m,80$, et que si le tirage de la seconde est de 428, celui de la première ne sera que de 447 : tellement la différence des diamètres a effacé celle du poids.

Mais il faut remarquer aussi que les bandes augmentent de 3 quand le diamètre augmente de 1, et qu'elles font la principale partie du poids des roues. On se trouve donc ici très près de la limite, et l'on s'explique fort bien comment les voituriers ont généralement adopté les roues de $1^m,80$ comme celles qui conviennent le mieux à leur exploitation. En les prenant plus hautes, ils perdraient en poids utile à transporter ce qu'ils gagneraient en diminution de tirage.

Ce choix se justifie encore mieux si, ne se bornant pas à calculer la moindre résistance des roues en elles-mêmes, on se rappelle qu'elles doivent être tirées par des chevaux et que le point d'où part leur force est de 0,77 de la taille de l'animal à partir du sol, ou pour un cheval de la taille de $1^m,50$ à $1^m,15$ de hauteur. Il semblerait donc que les roues devraient avoir aussi

$1^m,15$ de rayon; elles n'en ont que $0^m,90$. Mais c'est que l'on a remarqué que quand le cheval voulait donner un coup de collier, il abaissait son poitrail d'une quantité qui va jusqu'à $0^m,20$. C'est surtout pour ces cas où la résistance est considérable qu'il importe que toute la force soit disponible, et en abaissant le rayon des roues à $0^m,90$, on ne fait que rendre le tirage horizontal au moment de ces grands efforts. D'ailleurs, dans les voitures de roulage, le collier du limonier étant attaché à $3^m,70$ de l'essieu, les traits ne font pas un angle de plus de 4° avec l'horizontale dans les moments où le cheval tire sans abaisser son poitrail.

§ II. — Les bandes.

Le tirage est proportionnel à la pression du véhicule sur le sol; c'est un principe que les expériences de M. A. Morin ont définitivement acquis à la science. La largeur des bandes n'est pour rien dans la résistance, en supposant que le véhicule roule sur un plan parfaitement uni. Ainsi le tirage augmentant avec les poids, la largeur de la bande qui dépasse les conditions de solidité nécessaire pour résister au poids à transporter est onéreuse, en ajoutant un poids inutile à la roue et en accroissant la dépense de construction du véhicule.

Ce principe, exactement vrai sur les plans durs et résistants comme le pavé et la route à empierrement dont le fond est solide, ne l'est pas également sur les terrains mous et sur les empierrements nouvellement chargés ou construits avec des matériaux trop friables. Dans ce cas, si la profondeur des ornières et des frayés surpasse la largeur des jantes, les frottements latéraux augmentent en proportion de cette profondeur, et il y a plus d'avantage à se servir de jantes larges. C'est ainsi que pour parcourir les prés tourbeux dans lesquels les roues ordinaires s'enfonceraient et occasionneraient un tirage

considérable, on se sert de véhicules montés sur de longs rouleaux. Mais il faut observer que les roues à larges bandes rencontrent de très grands obstacles et une grande augmentation de tirage quand elles trouvent des ornières plus étroites que leur largeur.

L'augmentation de largeur des bandes amène un rapide accroissement du poids des roues. Celles-ci sont composées, comme on sait, de jantes, de rayons et d'un moyeu; les jantes et le moyeu sont en bois d'ormeau, les rayons en bois de chêne. Dans le moyen se place une boîte en fonte qui détermine le vide dans lequel entre l'essieu. Une bande en fer, retenue par des clous, embrasse la circonférence des jantes.

Dans les roues de $0^m,17$ de bande, les parties en bois pèsent comme il suit :

Jantes.	100k
Rayons. . . .	25
Moyeu.	25
	150k

Et selon les dimensions des roues, le poids de leurs différentes parties est le suivant pour les deux roues :

Dimension des bandes.	Bois.	Bandes	Fiches et frettes.	Boîtes.	Total.
0,08	70	120	20	30	240
0,11	170	250	30	60	510
0,14	220	350	40	70	680
0,17	300	420	50	80	850
0,25	400	640	80	90	1210

Ainsi la substitution des roues de $0^m,11$ de bandes aux roues de $0^m,08$ entraînerait un surcroît de poids de 270 kil. qui réduirait à 629 kil. le poids utile transporté par le cheval, que nous supposons de 900 kil., en supposant que les autres parties de la voiture restassent les mêmes. C'est encore un tiers du poids perdu. Il faudrait un terrain bien habituellement humide et peu résistant pour occasionner toute l'année une augmentation d'un tiers de tirage avec les roues de la bande la

plus étroite. Nous voyons en effet, par les expériences de M. A. Morin [1], que sur des terrains maintenus très humides le tirage a augmenté de près de moitié, et ce serait seulement dans le cas où cet état des terrains serait permanent qu'il conviendrait d'adapter aux roues des bandes plus larges.

§ III. — Poids total et chargement d'une voiture à deux roues.

L'expérience a appris depuis longtemps aux constructeurs et aux voituriers d'un pays où l'usage des voitures à deux roues est général les véritables dimensions qu'elles doivent avoir. Une critique sévère a presque toujours confirmé les résultats de la pratique. Celle-ci a su obtenir le minimum de poids des véhicules pour le maximum de la charge. Nous avons dit que le poids moyen des charges était de 900 kil., 1,000 en été et 800 en hiver. Les poids des différentes parties des voitures sont ainsi qu'il suit :

	Roues.	Essieux.	Corps de la voiture.	Total.
Charrettes de 0,08 de bande.	240k	60k	200k	500k
0,11	510	90	300	900
0,14	680	120	400	1200
0,17	850	150	500	1500
0,25	1210	190	800	2200

En tenant note du poids moyen des chargements aux ponts à bascule, on a trouvé les résultats suivants :

	Charge moyenne utile.	Par cheval.	Poids de la voiture vide.	Total.	Charge moyenne par cheval.
Charrette à 1 cheval.	911k	911k	500k	1411k	1411k
2 chevaux.	1977	988	900	2877	1438
3	2733	911	1200	3933	1311
4	3700	925	1350	5100	1275
5	3925	785	1500	5425	1085
6	3942	657	1500	5442	907
7	3978	568	1500	5478	783
8	3384	460	1500	5484	685

(1) *Expériences sur le tirage des voitures*, Effets destructeurs, p. 40.

Ce tableau montre que le maximum d'effet utile s'obtient par les voitures de 1 à 4 chevaux, mais qu'il diminue ensuite rapidement, de sorte qu'à huit chevaux il n'est pas la moitié par cheval de ce qu'il est pour les voitures de 1 à 4 chevaux. Nous y voyons aussi que la charge moyenne qu'un cheval est susceptible de tirer diminue de 1 à 8 chevaux, et que dans ce dernier cas chaque cheval ne tire pas la moitié de ce que tire un cheval seul.

Pour compléter ce qui concerne la question économique, il faut maintenant joindre ici ce qui concerne le prix d'achat de chaque nature de voiture :

	mèt.	
Charrette de	0,08 de bande dite *maringotte*. .	400 fr.
	0,11.	700
	0,14.	950
	0,17.	1200
	0,25.	1700

L'entretien des voitures se compose du renouvellement des roues que l'on suppose durer deux ans pour les voitures constamment attelées et de celui du corps de la voiture, qui dure six ans. Cet entretien, avec l'intérêt des sommes avancées, se porte à 0,45 par an du prix d'achat, et suppose que les voitures marchent 280 jours par an; c'est donc par jour 0,0016 de leur prix. Ce dernier chiffre est essentiel à constater, puisque par son moyen chaque fermier, sachant le nombre de jours où il emploie sa voiture, pourra calculer ses frais d'entretien.

Si nous reprenons ces éléments de calcul par journée, nous aurons les résultats suivants :

Largeur des bandes.	Usure de la voiture.	Une journée d'homme.	Une journée de cheval.	Total.	Pour 100 de poids utile.
mèt.	f	f	f	f	f
0,08	0,64	2	2	4,64	0,193
0,11	1,12	2	4	7,12	0,360
0,14	1,52	2	6	9,52	0,349
0,17	1,92	2	8	11,92	0,322
0,25	2,72	2	10	14,72	0,375

D'où l'on voit que le prix du transport de poids utile diminue continuellement à mesure que l'on se sert de voitures plus fortes, jusqu'à celui qui représente le nombre de cinq chevaux; et voilà ce que les rouliers ont parfaitement compris, d'autant plus que leur dépense personnelle excède de beaucoup celle que nous avons fixée pour l'ouvrier, et qu'ainsi l'avantage d'avoir un seul conducteur pour plusieurs chevaux devient plus considérable; aussi ont-ils adopté généralement la voiture à quatre chevaux de $0^{m},17$ de bande et conduite par un seul homme.

Mais si nous faisons conduire quatre à cinq voitures par un seul homme, comme cela se pratique journellement sur les routes et comme M. Mathieu de Dombasle le pratiquait dans son exploitation, nous aurons :

	Entretien.	Un homme.	Quatre Chevaux.	Total.	Prix de 100 kil. de production.
5 voitures à $0^{m},08$.	$3^{f},20$	2^{f}	10^{f}	$15^{f},20$	$0^{f},309$

Ainsi le transport de 100 kilogrammes reviendra à meilleur marché pour cinq voitures à un cheval que pour une voiture à cinq chevaux. Le capital d'autant de voitures est de 2,000 fr. au lieu de 1,200 fr., mais on en retrouve l'intérêt dans l'emploi, puisque nous l'avons compris dans les frais d'entretien. Ce mode a surtout l'avantage de pouvoir proportionner la charge de chaque voiture à la vigueur individuelle du cheval qui la traine et de ne pas exiger l'emploi de chevaux de renfort, puisque l'on peut doubler et tripler chaque attelage dans les mauvais pas en dételant successivement les voitures pour porter toutes les forces sur une partie du convoi.

Section II. — *Voitures à quatre roues. Chariots.*

Les chariots à quatre roues sont employés principalement en Allemagne et dans les pays limitrophes. Le chariot à un cheval

construit à $0^m,08$ et même $0^m,06$ de bande est le plus répandu en France, où l'on ne voit que plus rarement les chariots allemands attelés de 3, 5, 7 et 9 chevaux. Le chariot comtois est très léger et très simple dans sa construction; il n'a presque point de ferrure; les essieux sont en bois, ses brancards consistent en deux pièces de sapin élastique portées sur les essieux de devant et de derrière; les roues sont presque égales, de $1^m,80$ de diamètre.

Si le poids du chariot est le même que celui de la charrette, la pression sera la même, quoique reportée sur quatre roues, ainsi que la résistance au tirage quand on est sur un sol ferme et résistant. Mais chaque roue de chariot ne portant que la moitié du poids soutenu par les roues de la charrette, elle doit moins s'enfoncer que ces dernières dans un sol qui manque d'élasticité, et il y a alors moins de frottement latéral sur la jante et moins de tirage.

Les chariots allemands ont leurs roues de derrière de $1^m,80$ environ de diamètre, plutôt même un peu plus basses; celles de devant de 1 mètre, ce qui leur permet de passer sous le chariot en tournant. Les deux trains sont mobiles séparément, l'avant-train tournant sur un pivot (cheville). Le chariot peut donc être considéré comme l'assemblage de deux voitures qui se suivent. Le centre de gravité se trouvant placé entre les deux essieux, et la transmission de la force à la résistance se faisant toujours en ligne droite, le tirage tend à soulever le train de devant qui est plus bas pour placer dans une direction rectiligne le point de départ de la force (l'épaule du cheval) et le centre de gravité. Il y a donc sur l'essieu de devant une décomposition de forces dont une partie tend à soulever l'essieu de devant en diminuant la pression qui pèse sur lui pour la reporter sur le train de derrière. Cet effort est d'autant



fig. 131.

plus sensible que la différence du diamètre des roues est plus grande.

Le poids des chariots vides est ainsi qu'il suit :

	mèt.	kil.
Chariot à	0,08 de bande.	340
	0,11	1500
	0,14	1750
	0,17	2500
	0,22	3400

Cent chariots comtois, conduits par vingt-deux rouliers, portent chacun 960 kil. de poids utile et 1,300 kil. de charge totale.

Cent huit chariots attelés moyennement de sept chevaux portent 5,341 kil. de poids utile et pèsent 7,841 kil., ou, par cheval 763 kil. de poids utile et 1,119 kil. de poids total. Un chariot lorrain pesant 1,750 kil. porte 3,750 kil. de poids utile et porte en totalité 5,500 kil.; il est attelé de cinq chevaux, qui ont chacun à traîner 1,100 kil. dont 750 kil. de poids utile[1].

Le prix des chariots est à peu près 1,46 fois celui des charrettes de même largeur de bande. Le prix relatif du chariot comtois est beaucoup moindre. Avec ses essieux en bois, il coûte moins qu'une charrette de même largeur de bande, mais aussi il dure moins et a besoin de plus de réparations, ce qui fait compensation. Les bandes sont moins larges pour un chariot que pour une charrette, de sorte qu'un chariot pesant 1,750 kil. peut être assimilé à une charrette à trois chevaux; car l'un et l'autre ont une largeur de bandes de $0^m,14$. Cette dernière coûtant 950 fr., le chariot ayant la même largeur de bandes coûtera 950 $\times$ 1,46 ou 1,387 fr.

(1) *Annales des ponts et chaussées*, t. III, p. 105 et suiv.

D'après ces données, nous aurons pour les chariots les résultats économiques suivants :[1]

	Entretien.	Conducteurs.	Chevaux.	Total.	Poids utile.	Par 100 kil.
Chariot comtois.	0,64	0,50	2,00	3,14	960	0,327
Chariot allemand à 7 chevaux. .	4,00	2,00	14,00	20,00	5341	0,374
Chariot lorrain à 5 chevaux. . .	2,21	2,00	10	14,21	3750	0,378

En comparant ces chiffres avec ceux obtenus pour les charrettes, nous avons donc pour 100 kil. de poids utile transporté pendant une journée par ces différents véhicules :

1 charrette à un cheval avec un conducteur.	0,309
1 chariot comtois avec un conducteur.	0,327
1 charrette à 5 chevaux avec un conducteur.	0,322
1 chariot de 5 à 7 chevaux.	0,374

Les faits viennent à l'appui de ces résultats théoriques. On sait que le commerce intérieur de la France s'est fait et se fait encore par le roulage, et ce roulage est immense. Sans cesse obligé par la concurrence et par la baisse des prix des marchandises à réduire ses dépenses, il a dû arriver à choisir les moyens de transport les plus économiques. Or voici comment il s'est organisé : M. Schwilgué a trouvé que sur la route de Rouen au Havre les différentes voitures étaient dans le rapport suivant :

5125 charrettes, dont le plus grand nombre avait $0^m,17$ de bandes et 5 chevaux.
100 chariots comtois.
108 gros chariots.

Sur d'autres routes on trouverait un plus grand nombre de chariots comtois et de chariots à un cheval ; ces derniers tendent à s'accroître en nombre, cependant les charrettes de quatre à cinq chevaux sont partout les plus nombreuses.

L'exemple de l'Angleterre n'est pas moins concluant en faveur de la charrette à deux roues : on la substitue partout au chariot.

M. Mathieu de Dombasle, qui avait adopté d'abord les chariots à un cheval dans son exploitation de Roville, sentait bien la supériorité de la charrette, car après avoir fait l'éloge du chariot, il ajoute : « Je suis convaincu qu'il y aurait encore plus d'avantage, sous le rapport de la force de tirage, à l'emploi de la charrette à deux roues attelée d'un seul cheval; mais les chargements et déchargements seraient moins commodes, et elles seraient beaucoup plus versantes que les chariots à quatre roues. [1]» Nous pouvons rassurer nos lecteurs sur ces deux points. La charrette est aussi facile à charger que le chariot; on a bien vite saisi le point où le poids est en équilibre sur l'essieu; il suffit de s'assurer si la sellette fait un léger appui sur le dos du cheval et si la sous-ventrière ne porte pas. Pour le déchargement, on monte sur une charrette comme sur un chariot s'il s'agit de transport de gerbes, de foin ou d'engrais; et s'il s'agit de matières pesantes, comme des pierres, des tonneaux, etc., on déboucle la sous-ventrière, on fait basculer la voiture en arrière, et l'on se procure ainsi un plan incliné sur lequel il est bien plus facile de faire descendre le fardeau que quand on veut l'enlever de dessus un chariot. Quant au danger de verser, il est bien faible, car pendant vingt-deux ans que nous avons dirigé notre exploitation en nous servant uniquement de la charrette, il n'est pas arrivé un seul accident de cette nature, quoique les chemins fussent loin d'être bons.

Mais aussi les chariots ont évidemment l'avantage dans les terrains gras habituellement humides et dans les terrains sablonneux. Le poids qui porte sur chaque roue étant moindre,

(1) *Annales de Roville*, t. I, p. 197.

son enfoncement est moindre aussi, et les frottements latéraux des jantes diminuent.

Une difficulté sérieuse est attachée à l'usage des chariots dont les roues de devant sont trop élevées pour passer sous le corps de la voiture. On ne peut alors tourner dans les chemins étroits et tortueux, dans les rues des villes, dans les cours de fermes embarrassées ou qui ont peu d'étendue. Nous connaissons plusieurs exploitations qui avaient adopté le chariot et qui y ont renoncé pour cette raison.

Ceux qui se sont occupés pratiquement de ce choix de véhicule ont souvent confondu la question de l'attelage à plusieurs chevaux ou à un cheval avec celle de la préférence à donner au chariot sur la charrette. Ils ont comparé des chariots à un cheval avec $0^m,08$ de bandes, avec des charrettes à deux chevaux de $0^m,14$ de bande[1]. On a trouvé que deux chariots transportaient 3,000 kilogrammes de fourrage, et que la différence était d'un quart en moins pour la charrette; on avait alors :

Deux chariots portant avec leur charge.	4000k
Une charrette portant avec sa charge.	3450
Différence.	550k

Cette différence ne pouvait tenir qu'à la nature du terrain ou plutôt à l'inhabileté dans le chargement de la charrette; car sur un terrain solide on aurait dû avoir le poids ci-contre :

Poids de deux chariots.	1000k	Poids de la charrette de $0^m,14$.	1200k
Charge.	3000	Charge.	2800
	4000k		4000k

perte seulement de 200 kil. sur le poids utile; mais cette perte résulte uniquement de ce que la comparaison a été établie sur

(1) *Journal d'agriculture pratique* de Bixio, novembre 1843, p. 211.

de fausses bases; pour une charge pareille, il ne fallait employer pour la charrette que des bandes de $0^m,11$ au lieu de $0^m,14$, et on aurait eu alors :

Poids de la charrette. . . .	900^k
Charge.	3100
	4000^k

et un avantage de 100 kil. de poids utile en faveur de la charrette au lieu d'une perte de 100 kil. Nous avons cité cette discussion pour indiquer la source des erreurs que l'on commet dans l'examen de pareilles questions.

Ainsi nous pensons que la préférence doit être donnée à la charrette dans toute situation où, dans le cours de l'année, on fait les transports sur un terrain solide, dans celle où l'on est obligé de parcourir des routes sinueuses, présentant dans leur tracé des angles aigus, ou d'entrer dans des villes à rues étroites; et qu'au contraire on devra préférer le chariot sur les terrains habituellement mous, dans les chemins qui manquent de solidité, quand d'ailleurs on ne peut être embarrassé par la nécessité de tourner fréquemment sur de petits rayons.

Nous ne parlerons ici que pour le signaler à la réprobation des agriculteurs, du système mis en avant dans plusieurs des discussions qui ont eu lieu sur la police du roulage; il s'agissait tout simplement de rendre obligatoire l'usage du chariot dans le but de diminuer les frais d'entretien des routes et de procurer plus facilement à la cavalerie des chevaux propres à la remonte. Cette restriction apportée à la liberté d'action de l'industrie n'aurait été nulle part plus sensible qu'en France où l'usage de la charrette prévaut sur les quatre cinquièmes du territoire. C'était un matériel immense à créer dont on imposait la charge aux transports; mais en outre, d'après ce que nous venons de dire, c'était un lourd impôt à prélever sur le pays. Supposons en effet qu'on parvienne à faire

effectuer les charrois par chariots à un cheval au lieu de charrettes à un cheval, nous aurons pour 100 kil. une différence de frais de 1^{c},8 par journée; pour des chariots au lieu de charrettes à cinq chevaux, nous aurons une différence de 5^{c},2. Appliquons ces différences à un cas déterminé. Sur la route d'Avignon à Lapalud (Vaucluse), il passe 500 colliers par jour portant moyennement 863 kil. chacun, ce qui donne par jour une moyenne de 431,500 kil. de transport et par an 157,497,500 kil. Le plus grand nombre de ces transports se fait par des charrettes de 4 à 5 chevaux. Mais nous supposons qu'ils soient partagés entre des convois de charrettes à un cheval et de charrettes à 5; si nous leur substituons des chariots de même dimension, nous aurons dans les prix une différence de 3^{c},5 par 100 kil., et la perte totale pour l'année sera pour le roulage de 55124 fr. Les charrettes parcourent 35 kilom. par jour; c'est donc 1,575 fr. de perte par kilom. qu'on impose au roulage. Or l'Etat donne, pour le bon entretien de cette route, 1,000 fr. par kilom. C'est donc un impôt supérieur aux frais d'entretien tout entiers que frapperait une telle disposition. Remarquez d'ailleurs que toutes nos évaluations de dépenses ont été faites sur le pied des travaux de la ferme et que la vie d'auberge est beaucoup plus chère pour le roulage.

La pensée d'augmenter le nombre des chevaux propres à la selle par l'usage exclusif des chariots ne peut se justifier si l'on conserve les chargements actuels. Nous ne pensons pas que les attelages des chevaux de gros roulage et même des chariots comtois séduisent beaucoup les officiers de cavalerie; mais ils se rappellent les chariots des fermes allemandes attelés d'un grand nombre de chevaux et marchant à des allures accélérées, sans penser que ce n'est pas parce que l'on a des chariots qu'on les attelle d'un si grand nombre de chevaux, mais parce qu'en élevant des chevaux en grand nombre, on peut doubler et tripler l'attelage dans le but d'exercer les chevaux

sans les fatiguer. Ayez un nombre excédant d'élèves et vous aurez des chariots, parce qu'ayant à traîner un faible poids, les conducteurs préféreront les mener à longues guides plutôt que de marcher à leurs côtés. Mais si vous êtes obligé de faire entrer dans vos prix de revient le nombre de bêtes à entretenir, si vous êtes obligé d'en tirer tout le travail dont elles sont susceptibles, alors la thèse change, et il faut aussi choisir le véhicule qui donne le maximum d'effet; et si maintenant vous introduisez dans la loi une disposition qui oblige à diminuer les chargements, vous établissez comme un véritable impôt sur l'agriculture la perte qu'elle fera sur la force non employée de chaque animal.

Les chevaux de selle manquent en France, parce qu'il n'y a plus une riche aristocratie qui entretienne un grand nombre de chevaux de luxe, parce que l'état de notre société exige que les pères de famille songent à l'économie, et qu'au lieu de quatre chevaux de selle, ils n'en ont plus qu'un attelé à une voiture; parce qu'au lieu de sentiers impraticables, nous avons de bonnes routes; parce que le bétail destiné à la boucherie paie mieux le fourrage que l'élève du cheval. Voulez-vous aussi recréer les circonstances qui donnent une forte population chevaline? voici ce que vous avez à faire : rétablissez les majorats, conservez avec soin les communaux, cessez d'entretenir vos routes, faites qu'on n'y puisse faire en voiture que de courtes journées avec beaucoup de péril; rendez le peuple assez misérable pour qu'il ne puisse pas manger de viande de boucherie, vous aurez alors des remontes très faciles et un trésor bien dégarni.

SECTION III. — *Tirage des voitures selon la nature du sol.*

M. A. Morin[1] a fait des expériences d'un haut intérêt sur le

(1) *Aide-mémoire de mécanique*, p. 340.

tirage des différentes espèces de voiture sur les sols de natures diverses ; il en est résulté le tableau suivant, qui donne le rapport du tirage à la charge totale, véhicule compris, pour les différentes sortes de routes ou de terrains qu'on rencontre habituellement :

		Chariots comtois.	Chariots de roulage.	Voitures suspendues.	
ROUTE EN EMPIERREMENT	Avec détritus et boue épaisse.	1/21,3	1/18,7	Au pas. . .	1/17,9
				Trot. . . .	1/15,8
				Grand trot.	1/14,9
	Très dégradée ; ornières profondes de 0^m,006 à 0^m,008 ; boue épaisse.	1/16,2	1/14,3	Pas.	1/13,7
				Trot. . . .	1/12,4
				Grand trot.	1/11,8
	Très mauvaise ; ornières profondes de 0^m,010 à 0^m,012 ; boue épaisse ; fond dur et inégal	1/14,4	1/12,7	Pas.	1/12,2
				Trot. . . .	1/10,5
PAVÉ EN GRÈS	Ordinaire sec.	1/69 2	1/59,6	Pas.	1/57,1
				Trot. . . .	1/38,1
				Grand trot.	1/32,7
	En état ordinaire, mouillé et couvert de boue.	1/52,9	1/46,0	Pas.	1/44,0
				Trot. . . .	1/32,9
				Grand trot.	1/29,2
Accotement en terre en très bon état et sec.		1/31,0	1/27,2	Pas et trot.	1/20,1

		Chariots comtois.	Chariots de roulage.	Voitures suspendues.	
	Accotement solide revêtu d'une couche de gravier de $0^m,03$ à $0^m,04$ d'épaisseur.	$\frac{1}{11,9}$	$\frac{1}{10,5}$	Pas et trot.	$\frac{1}{10,1}$
	Accotement solide de gravier recouvert d'une couche de gravier de $0^m,05$ à $0^m,06$.	$\frac{1}{10,1}$	$\frac{1}{8,9}$	Pas et trot.	$\frac{1}{8,6}$
	Route neuve avec $0^m,10$ ou $0^m,15$ de gravier ou de sable.	$\frac{1}{9,4}$	$\frac{1}{8,3}$	Pas et trot.	$\frac{1}{8,0}$
Route en empierrement	Bon état, sèche et unie.	$\frac{1}{57,5}$	$\frac{1}{49,9}$	Pas.	$\frac{1}{47,6}$
				Trot.	$\frac{1}{40,9}$
				Grand trot.	$\frac{1}{39,7}$
	Un peu humide et couverte de avec quelques cailloux à fleur du sol.	$\frac{1}{40,3}$	$\frac{1}{35,2}$	Pas.	$\frac{1}{33,7}$
				Trot.	$\frac{1}{26,8}$
				Grand trot.	$\frac{1}{24,3}$
	Très solide avec gros cailloux à fleur du sol, mouillée.	$\frac{1}{49,1}$	$\frac{1}{42,8}$	Pas.	$\frac{1}{40,8}$
				Trot.	$\frac{1}{26,5}$
				Grand trot.	$\frac{1}{22,6}$
	Solide avec un frayé léger et une boue molle.	$\frac{1}{31,0}$	$\frac{1}{27,2}$	Pas.	$\frac{1}{26,1}$
				Trot.	$\frac{1}{21,7}$
				Grand trot.	$\frac{1}{20,0}$
	Solide avec ornières et boue.	$\frac{1}{25,2}$	$\frac{1}{22,2}$	Pas.	$\frac{1}{21,0}$
				Trot.	$\frac{1}{18,5}$
				Grand trot.	$\frac{1}{17,0}$

Ainsi, pour connaître la force de tirage qu'exigera une charrette pesant avec son chargement 1,500 kil. sur une route à empierrement en bon état, nous aurons :

$$1500 \times \frac{1}{49,9} = 30 \text{ kil.};$$

sur une route neuve couverte de gravier, nous aurons :

$$1500 \times \frac{1}{8,3} = 180,7.$$

Le tirage serait six fois plus considérable.

D'après M. Dupuits [1] le rapport du tirage à la pression est ainsi qu'il suit :

	Diamètre des roues. met.	Largeur des bandes.	COEFFICIENT sur : Empierrement.	Pavé. Pas.	Pavé. Trot.
Charrette.......	1,82	0,05	0,032	0,021	0,028
Tombereaux.....	1,89	0,11	0,031	0,205	
Tombereaux.....	1,90	0,14	0,030	0,176	
Charrette de roulage.	1,96	0,17	0,029	0,166	
Cabriolet.......	1,48	0,05	0,036	0,240	0,034
Char à bancs.....	1,50	0,05	0,036	0,300	0,037
	0,86		0,036	0,300	0,037
Diligences......	1,50 / 0,86	0,13	0,029	0,160	0,020

Selon M. Navier, le coefficient de tirage sur le sable est de 0,125.

Nous trouvons ici que la charrette pesant 1,500 kil. sur un empierrement exigera un tirage de 1,500 $\times$ 0,32 = 48 kil. au lieu de 30 que lui assigne M. Morin, et d'après M. Navier nous aurions sur le sable 1500 $\times$ 0,125 = 187 kil. au lieu de 180 que M. Morin assigne pour la route neuve.

Pour déterminer le tirage produit par un véhicule chargé sur une route en pente, il faut observer qu'outre le poids du véhicule, le cheval est obligé d'élever le poids de son

(1) *Annales des ponts et chaussées*, t. XX, p. 34, et 2e série, t. III, mai et juin.

corps. Si nous appelons h la différence du niveau par unité de mètre, p le poids du cheval; l'effort fait pour élever le poids à la hauteur h sera exprimé par $p \times h$; appelons maintenant P le poids du véhicule chargé, m le coefficient de frottement eu égard à l'état de la route que l'on trouvera dans un des deux tableaux précédents, n le nombre de chevaux, le tirage T. du véhicule sera exprimé par P $(h + m)$, et par conséquent le tirage total ou le travail de chaque cheval deviendra :

$$T = \frac{P\,(m + h)}{n} + ph.$$

Soit une pente de 0,5 par mètre, le poids des chevaux étant de 300 kil., celui du véhicule chargé 5,000 kil., le coefficient du tirage 0,030, le nombre des chevaux de quatre; le tirage en plaine était exprimé par $0{,}03 \times 5000 = 150$ kil. et par cheval 37k,5; le tirage sur la pente sera :

$$\frac{5000 \times (0{,}03 + 0{,}05)}{4} + 300 \times 0{,}05 = 115 \text{ kil.}$$

Quand de pareilles montées sont fréquentes, ce résultat doit faire sentir la nécessité d'en tenir grand compte dans le chargement des voitures et dans le nombre des chevaux à atteler. Quand la montée doit durer plus de 100 mètres, on prend un cheval de renfort pour franchir l'obstacle, toutes les fois que le tirage par cheval peut excéder 75 kil.

Si le véhicule descend la pente, la formule devient :

$$T = \frac{P\,(m - h)}{n} - ph,$$

et sous les mêmes conditions nous aurions :

$$\frac{5000 \times (0{,}03 - 0{,}05)}{4} - 300 \times 0{,}05 = -40 \text{ kil.}$$

Le tirage devient négatif, par conséquent il faudrait enrayer sur cette pente; alors le frottement de roulement se change en frottement de glissement, ce qui augmente le coef-

ficient *m*, mais seulement pour une des roues si l'on n'enraye qu'une roue.

SECTION IV. — *Nombre de chevaux à atteler au véhicule.*

Ce que nous avons dit dans les articles précédents suffit pour apprécier la question économique de l'espèce de voitures à choisir et du nombre de chevaux à employer; mais ce n'est pas en raison des chiffres absolus qu'elle se résout dans les diverses situations agricoles; d'autres circonstances peuvent avoir une influence bien supérieure à l'économie que l'on peut faire sur le prix de journée des voitures. Ces prix sont décisifs pour celui qui fait son métier du roulage, mais pour le fermier d'autres nécessités viennent quelquefois balancer et effacer tout à fait cette considération. Ecoutons les motifs qui déterminaient Mathieu de Dombasle à donner la préférence aux voitures à un seul cheval. « L'expérience m'a démontré, dit-il[1], qu'il y a de grands avantages à isoler les bêtes pour le tirage; dans un attelage de quatre à six chevaux, il se trouve toujours des différences individuelles sous le rapport de la force et de l'ardeur. Les chevaux les plus ardents tirent toujours plus que les autres, et par cette raison durent moins longtemps, même en supposant qu'ils soient conduits par un bon charretier. Mais si c'est un homme maladroit, inexpérimenté ou négligent, l'inconvénient est encore bien plus grave. D'ailleurs il est presque impossible, si ce n'est à un très petit nombre d'excellents charretiers, de faire *prendre* à la fois dans un pas difficile tous les chevaux d'un attelage. Lorsqu'au contraire chaque cheval n'a affaire qu'à sa charge, on proportionne le chargement à la force de chacun, et chacun est obligé d'employer constamment sa force. Aussi, dans l'attelage isolé, le

(1) *Annales de Roville*, tome Ier, page 194.

même nombre de chevaux conduit une charge à peu près double. Pour le transport des récoltes ou la conduite des fumiers, chacun de nos chevaux conduit au moins un millier (500 kil.), tandis que les autres cultivateurs du pays, avec des attelages de quatre chevaux de même force que les miens, chargent très rarement plus de 2 milliers (1,000 kil.).

« Les chargements et déchargements des petites voitures sont aussi proportionnellement plus prompts que ceux des gros chariots, et il y a beaucoup moins d'accidents soit des chariots, soit des harnais. Moyennant un nombre suffisant de petits chariots pour que les chargements et déchargements de foins et de gerbes se fassent toujours avec un chariot dételé, le service se fait avec une très grande promptitude, parce qu'il ne faut qu'un instant pour dételer et atteler de nouveau.

« Cette année, je n'ai jamais été dans le cas d'employer mes cinq chevaux à la fois pour la rentrée des moissons, des foins, des pommes de terre et pour la conduite des fumiers, et les travaux se sont faits avec beaucoup plus de promptitude que chez les fermiers précédents qui, pour cette besogne, mettaient sur les dents leurs nombreux attelages. Il y a, dans l'exploitation, des pièces de terre extrêmement escarpées dans lesquelles la moisson ou la rentrée des sainfoins ne s'est presque jamais faite sans qu'il versât quelques voitures; avec mes petits chariots il n'est pas arrivé le plus léger accident.

« Sur une route, un homme peut conduire trois ou quatre de ces chariots; mais pour la rentrée des récoltes et autres travaux semblables, un homme est nécessaire pour chaque cheval, en sorte que cela emploie réellement un plus grand nombre d'hommes qu'avec des attelages de quatre à six chevaux proportionnellement au nombre des bêtes, mais non pas proportionnellement à la quantité d'ouvrage fait, car sous ce dernier rapport l'avantage reste encore aux petits chariots, quoique dans une beaucoup moins grande proportion que pour les bêtes

de trait. D'ailleurs, lorsqu'il s'agit de conduire un cheval seul, tout homme y est propre, tandis qu'avec un attelage nombreux il est nécessaire d'y mettre un habile charretier, sous peine de ruiner les chevaux.

« L'emploi des chariots attelés d'un cheval dispense aussi le cultivateur de la nécessité d'avoir des voitures à larges jantes pour les travaux qu'il exécute sur les routes, ce qui est l'objet d'une grande dépense; ces mêmes chariots servent à tous les genres de transport. Pour monter une côte ou pour franchir un pas difficile, on dédouble l'attelage et on passe en deux fois, de sorte qu'on n'est pas forcé de diminuer la charge de chaque cheval pour le passage d'un seul endroit, comme cela arrive quand on n'emploie qu'un seul chariot. »

C'est alors que l'auteur ajoute cette phrase que nous avons déjà citée : « Je suis convaincu qu'il y aurait encore plus d'avantages, sous le rapport de la force du tirage, à l'emploi de charrettes à deux roues attelées d'un seul cheval, etc. »

Ceci réduit donc la question à celle d'un attelage à un ou plusieurs chevaux, en faisant disparaître celle des chariots et des charrettes que nous avons déjà traitée. Il faut que les chemins à parcourir autour de Roville soient bien détestables, les côtes bien abruptes ou les chariots du pays bien mal construits, pour que les fermiers mettent les chevaux sur les dents avec des charges de 250 kil. par cheval. On conçoit alors qu'en employant le double du temps pour atteler et dételer les chevaux de renfort, les voitures à un cheval aient porté 500 kil.

Mais dans nos plaines du midi nous chargeons 830 kil. par cheval sur des charrettes à trois chevaux, non pas seulement pour aller sur les routes, car alors chaque cheval porte plus de 1,000 kil., mais pour entrer dans les champs avec des fumiers.

Mais si nous admettons de part et d'autre des véhicules proportionnés à la force de tirage, la question n'est plus sujette à controverse, car Mathieu de Dombasle enlève à ses petits

chariots leur principal avantage, celui d'avoir un seul conducteur pour plusieurs véhicules; il convient que pour les travaux des champs, où il ne s'agit pas de suivre une route bien tracée, il faut un conducteur par cheval. Alors la question économique est tellement tranchée qu'il n'y a plus lieu à la discuter; la charrette à plusieurs chevaux l'emporte évidemment dans les pays de plaine. Il n'en est pas de même quand les chemins offrent des pas difficiles. En effet, supposons que nous ayons à faire un transport d'un kilomètre qui exigerait 21 minutes pour la voiture chargée et 16 minutes pour le retour à vide; si les pentes et la nature du sol s'opposent, sur tout le parcours, à ce que le chargement des véhicules arrive à son maximum, elles auront les mêmes effets sur la voiture à un seul cheval, leurs rapports ne changeant pas.

Si c'est un seul mauvais pas qui force à réduire le chargement des voitures à la moitié, par exemple; quand deux voitures à un cheval y seront arrivées, elles se dédoubleront successivement et le traverseront avec leur charge entière; supposons que la double opération exige 10 minutes, nous aurons :

Pour les voitures à plusieurs chevaux. . . . . 21 min. à $\frac{1}{2}$ charge = 42 min.
Pour les voitures à 1 cheval. 21 + 10 minutes = 31 min.

Mais il y a alors à examiner si, avec un travail bien inférieur à la perte annuelle que le mauvais pas fait subir, il ne peut pas être réparé.

S'il y avait deux mauvais pas pareils, les voitures à plusieurs chevaux conserveraient leur demi-charge et emploieraient 42 minutes.

Les voitures à un cheval, 21 + 20 = 41 minutes.

L'égalité serait rétablie. Concluons donc que, sous le rapport des chargements, la question ne peut être tranchée d'une manière absolue, mais qu'elle dépend des circonstances locales qu'il faut apprécier.

Au reste rien de plus vrai que ce que dit M. Mathieu de Dombasle de l'avantage d'isoler les bêtes, des différences individuelles de force, des efforts des chevaux ardents et de leur rapide usure, de la facilité de trouver de bons conducteurs pour les petits équipages et de la difficulté d'en avoir de suffisamment habiles pour les gros. Ce sont des raisons fort graves qui doivent être mûrement pesées, surtout dans les pays où la population manque d'adresse et d'énergie, car il y en a d'autres où les bons charretiers sont communs.

Section V. — *Du mode d'attelage.*

L'attelage d'un seul cheval à un véhicule ne présente aucune difficulté. Il est placé entre les brancards et tire sur un palonnier fixé au corps de la voiture. Mais quand on doit atteler plusieurs chevaux soit à une voiture, soit à une charrue, on peut se demander s'il est plus utile de les faire tirer de front ou à la file. Supposons que l'on ait deux chevaux à atteler; il y a d'abord une première observation à faire qui est celle de leur taille relative. Si les tailles sont inégales et que vous mettiez les chevaux en file, il y aura une décomposition de forces sur les épaules du cheval de derrière, qui pèsera sur le grand cheval s'il est placé derrière, et qui soulèvera le petit si le grand est en avant. Il vaudrait donc mieux, dans ce cas, les atteler de front, ou rendre les harnais indépendants l'un de l'autre, en faisant tirer le cheval de devant sur un palonnier fixé au corps de la voiture.

Cette considération paraît avoir dirigé les Allemands dans le mode d'attelage de leurs chariots.

Soit AB (*fig.* 132) le timon du chariot, *b c* une longue chaîne qui en part et se prolonge tout le long de l'attelage; D, D, D, D, des palonniers tenant à la chaîne et auxquels les chevaux sont

attelés deux à deux, jusqu'à celui qui marche en tête et qui est placé en arbalète. Cette disposition se justifie parfaitement par



fig. 132.

ce que nous venons de dire. Elle a cependant l'inconvénient du poids de la chaîne centrale et de cette multitude de palonniers qui, par leur poids, traînent à terre et entravent les chevaux toutes les fois que le tirage n'est pas considérable. Les chevaux tirent de très loin, ce qui paraît aussi avoir eu pour but de diminuer l'angle que fait la ligne de tirage avec le train de devant du chariot.

Les voitures à deux roues sont attelées de chevaux placés en file. Les traits des chevaux sont attachés par un crochet à un anneau qui tient au collier du cheval qui le suit. On a cherché à adopter ce mode d'attelage pour les chevaux attelés deux de front. On supprime alors la chaîne centrale, et on attelle le cheval qui précède au collier de celui qui le suit. Ce mode d'attelage, qui a pour les charrettes le défaut qui provient de la différence de taille des chevaux, a de plus pour les chariots celui d'augmenter l'angle de tirage, en rapprochant du train de devant la direction de la force moyenne des chevaux.

Quant aux charrues, l'attelage à deux de front a sans doute l'avantage de rendre le tirage plus égal et plus énergique, de ne pas causer de tiraillement sur les chevaux qui sont en arrière; mais il a le défaut de faire marcher un des chevaux dans le sillon, et par conséquent de faire piétiner et tasser le sous-sol et de le rendre imperméable aux pluies. Cette considération nous paraît l'emporter sur toutes les autres, et il nous semble-

rait préférable d'atteler les chevaux en file, marchant hors du sillon, dans les terrains compactes, durs, peu filtrants, surtout quand on les laboure par les temps humides; mais on devra cultiver avec des chevaux attelés de front les terrains meubles et secs.

M. Mathieu de Dombasle[1] voulait que dans les sols tenaces et humides les chevaux marchassent à la file, mais dans la raie. Il ne pouvait par là avoir d'autre but que de ne pas tasser et rendre plus dure et plus difficile à briser la tranche de terre qui allait être soulevée par le trait suivant de charrue ; mais si l'on considère que la tranche une fois détachée se trouve exposée à l'action des météores et ameublie postérieurement soit par leur effet, soit par les seconds labours, soit par le rouleau, le scarificateur, la herse, etc., on trouvera que cet inconvénient est bien moins grand que celui qui résulte du tassement du sous-sol qui finit par former un plafond imperméable, trop rarement entamé par les labours.

Section VI. — *Harnachement.*

Le harnachement est maintenant à peu près uniforme dans toute l'Europe et consiste en un collier adapté au cou du cheval, portant au défaut des épaules et présentant ainsi une vaste surface à ses efforts. On a abandonné avec raison la bricole qui, s'appuyant sur le devant du poitrail, s'adaptait imparfaitement à cette surface inégale et gênait les mouvements de l'avant-bras. Les colliers des voitures de luxe montés en fer sont maintenant parfaits; ceux de nos rouliers ont gagné de plus en plus en légèreté, sans perdre de leur solidité. On a conservé en Allemagne des colliers massifs qui ont un poids exagéré.

Pour les travaux rustiques, du collier du cheval partent les

(1) *Annales de Roville*, tome IV, page 411.

traits qui s'attachent à des palonniers ou au collier du cheval qui suit immédiatement dans la file. Quand on laboure des vignes ou des cultures en lignes, on trouve de l'avantage à prolonger l'age d'une seule pièce, ou mieux encore au moyen d'une pièce de bois qui s'y rattache par une chaînette; cette pièce de bois porte en avant un cadre de bois à double compartiment dans lequel chaque cheval passe le cou et auxquels s'attachent les colliers.

B, Trou dans lequel passe la cheville de fer qui assujettit le cadre.

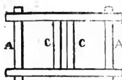


fig. 133.

Cadre. Les pièces A, A s'enlèvent pour faire passer le cou du cheval et se remettent aussitôt. Le collier s'attache par un bout de courroie en C, C, et porte ensuite sur le cadre. Cette monture est solide et cependant légère; après l'avoir proscrite comme barbare, on y revient avec avantage pour les cas où il importe que les bêtes soient contenues et ne puissent s'écarter l'une de l'autre.

Si l'on paraît être d'accord sur l'harnachement du cheval, il n'en est pas de même pour celui du bœuf; on se partage entre le joug et le collier. Le joug est une pièce de bois à double échancrure qui s'adapte à la tête de deux bœufs, de manière à porter sur la base des cornes. Il repose sur un coussinet ou sur un tampon de paille qui défendent le front de ces animaux de la pression immédiate du bois. On attache le joug au front de chaque bœuf au moyen de fortes courroies qui s'entortillent autour des cornes et qui servent aussi à fixer le timon dans l'intervalle intermédiaire entre la tête des deux bœufs. Dans quelques pays on fait porter le joug sur le cou; mais ce mode a l'inconvénient de former des durillons sur une partie si délicate. En Saxe et en Bavière le bœuf tire aussi par la tête, mais par le moyen d'une planchette concave qui porte sur le

front de chaque bœuf, et qui est indépendante de celle de son voisin; ce barnachement permet de le faire tirer accouplé, ou seul ou en file. En Savoie, on se sert de deux jougs par chaque bœuf, l'un semblable au joug ordinaire et placé à la base des cornes; l'autre plus léger, appuyé sur la partie inférieure du cou, est destiné à supporter le poids du timon dont la tête se trouve ainsi déchargée. Olivier de Serres a été le plus ancien avocat de cette méthode. Enfin on attelle les bœufs comme les chevaux par le moyen du collier. Voici ce que l'on dit pour ou contre ces différentes méthodes ; écoutons d'abord les partisans du joug. Selon eux, le cou du bœuf est court, droit et épais. La nature a placé sur la tête de cet animal des armes redoutables dont l'action émane du cou ; elle semble donc avoir indiqué ses cornes et sa tête comme la partie faite pour résister aux chocs, aux ébranlements, et l'on peut en conclure que le bœuf attelé par ses cornes agit dans la position la plus naturelle au déploiement de ses forces, et que loin de conclure que cette position, où il baisse le cou et tend la tête, ait pour lui rien de douloureux, on n'y doit voir que la disposition la plus naturelle pour redresser la ligne de tirage et fournir un meilleur appui au joug. Cette pièce de harnais tient le bœuf assujetti et lui ôte les moyens de nuire ; il permet de rétablir l'égalité entre deux bœufs de force inégale, en rapprochant du plus fort le point d'intersection de la ligne de tirage. En effet, il porte au milieu de sa face intérieure trois crochets et trois anneaux placés sur une ligne droite à $0^{m},055$ l'un de l'autre, et la chaîne de tirage et le timon se fixent à l'un de ces crochets; il est donc facile de le diriger du côté du bœuf le plus fort.

L'opinion contraire à l'emploi du joug est très ancienne. Columelle le proscrivait déjà ; car, disait-il, les bœufs sont en état de faire de plus puissants efforts avec le cou et la poitrine qu'avec les cornes. Voici ce qu'ajoutent ses adversaires

plus modernes : les bœufs attelés deux à deux par les cornes, poussant dans cette attitude, sont mal à l'aise; ils sont contraints de porter la tête plus bas qu'ils ne le font naturellement. Libres, ils la relèvent dans la marche, et d'autant plus qu'elle est plus accélérée. La tête, chez les quadrupèdes, est un balancier qui tend à rétablir l'équilibre rompu par la marche, avantage perdu pour le bœuf accouplé à un autre par un joug inflexible qui retient leurs têtes toujours dans la meme situation, sans qu'ils puissent s'en aider pour dégager l'avant-main quand il se porte en avant, ce qui rend ses allures lentes. Le bœuf ainsi attelé est forcé de suivre les attitudes de son compagnon, dont il diffère souvent de force, d'allure, d'habitudes. Ne voit-on pas souvent, quand une voiture est arrêtée, un des bœufs couché et l'autre rester debout, forcé à tordre l'encolure et à rester longtemps dans cette attitude fatigante? Les bœufs tirent obliquement à cause du trop grand rapprochement de leurs têtes, qui les force à écarter le train postérieur, ce qui amène une déperdition de forces. L'animal, dont la tête est abaissée près de terre, aspire la poussière, éprouve vivement les effets de la chaleur rayonnante; il ouvre la bouche, sort la langue, halète sous les feux ardents de la canicule, et à peine lui a-t-on ôté son joug qu'il relève la tête et respire profondément. Le joug est tellement la cause du ralentissement excessif des allures du bœuf et de son infériorité comme animal de travail, qu'attelé au collier il va aussi vite que le cheval, et va plus longtemps en traînant un fardeau égal. Il y a des circonstances où, pour un labour léger, un seul bœuf suffirait, et cependant on est obligé de les faire travailler par paires quand ils sont habitués au joug; d'autres fois il conviendrait de les atteler en file, ce qui ne peut non plus s'effectuer; la perte d'une corne rend les bœufs incapables de servir sous le joug et les conduit à la boucherie; enfin, avec ce mode d'attelage, chaque animal d'une paire doit conserver in-

variablement sa place à droite ou à gauche; il ne peut être déplacé sans un nouvel et long apprentissage, tandis qu'avec le collier, étant moins dépendants des mouvements de leurs voisins, il faut très peu de temps pour les habituer à changer de place.

D'un autre côté, on objecte contre le collier que les bœufs sont plus difficiles à dresser au travail avec ce harnachement qu'avec le joug; mais on y parvient cependant avec de la douceur et en les envoyant aux pâturages, traînant une pièce de bois retenue à leur cou par le moyen d'une longue courroie. On reproche aussi aux colliers de ne pas retenir assez fortement la charrette sur les terrains en pente, tandis qu'elle est fortement assujettie au joug. Mais cette objection vient de ce que l'on n'accompagne pas le collier des bœufs des accessoires des harnais du cheval, la sous-ventrière, les reculements, la croupière; alors il est manifeste qu'aux descentes les bœufs sont entraînés par la voiture. Il ne faut pas se dissimuler cependant qu'il existe dans les montagnes des chemins tellement inclinés que les harnais ne résisteraient pas longtemps à leur fréquentation, et qu'alors le joug est une sûre garantie contre les accidents.

Le bœuf étant un animal plus indocile que le cheval, il est plus difficile d'obtenir, dans le labour au collier, la parfaite régularité que l'on obtient par le moyen du joug : cette circonstance rend les valets de ferme assez rétifs à l'introduction du premier mode d'attelage; d'ailleurs quand ils ont été accoutumés à l'allure lente des bœufs sous le joug, ils répugnent à suivre l'allure plus vive des bœufs attelés au collier ; enfin la fabrication du joug se fait aisément dans la ferme, où on l'obtient à peu de frais, tandis que le harnais complet est plus coûteux et force de s'adresser au bourrelier. Ces dernières raisons expliquent principalement la persistance de l'usage du joug, sans cependant le justifier ; car l'accélération seule

de l'ouvrage compenserait largement tous les inconvénients qui ont été signalés.

Les buffles, plus indociles encore que les bœufs, ne peuvent être conduits que sous le joug et au moyen d'un anneau de fer passé dans leurs naseaux. Il serait difficile et dangereux de leur laisser la liberté de mouvements que favorise l'usage du collier.

SECTION VII. — *Instruments de transport à bras d'homme.*

§ 1er. — Paniers.

On se sert souvent, pour les transports, de paniers d'osier et de cabas de sparterie qui se posent sur la tête des ouvriers; ce mode est principalement adapté à l'emploi des femmes et des enfants. Il se recommande aussi en ce qu'avec peu de frais de première mise il permet d'occuper dans les moments de presse une classe d'individus pour lesquels on trouve rarement de l'ouvrage salarié.

Le panier se remplit de 10 à 12 kilogrammes de terre ou d'autre matière, selon la force de l'ouvrier. Quand il s'agit de déblais, il faut que le nombre des paniers soit tel que le chargement puisse agir sans interruption, et qu'en arrivant, les ouvriers en trouvent toujours de chargés. Outre le chargeur, il faut encore un ouvrier sédentaire pour aider le porteur à placer le panier sur sa tête. Alors il n'y a presque pas de temps d'arrêt, et les porteurs font 3,000 mètres à l'heure en allant chargés et revenant à vide, l'allure du retour étant plus accélérée que celle de l'allée.

Ce genre de travail a l'avantage de se faire sur toutes espèces de terrains, avec peu de ralentissement sur les plus mauvais, dans ceux, par exemple, où il faut choisir ses pas, enjamber des flaques d'eau ou traverser des ruisseaux. Si les terrains en forte pente causent du ralentissement à la montée, les

ouvriers revenant sans charge s'abandonnent à la descente et compensent ainsi le retard; cette descente se fait souvent à la course, surtout dans les ateliers nombreux et animés et quand on paie les ouvriers à la tâche.

§ 2. — La hotte.

La hotte est l'instrument de transport par excellence des vignobles escarpés au haut desquels il faut transporter des terres et des engrais et dont il faut descendre les fruits; elle est employée à un grand nombre de transports, surtout dans les pays montagneux et qui manquent de route. On la charge de 50 à 60 kilog. Les porteurs font 2,500 mètres à l'heure en plaine, tant à l'allée qu'au retour; 2,000 mètres si le trajet est long. Comme les porteurs au panier, ils montent aussi des escarpements rapides, mais s'abandonnent moins à la descente, à cause du ballottement de la hotte qui les gênerait au pas de course. Cependant, sur les côtes très inclinées, leur descente est deux à trois fois plus rapide que leur montée.

§ 3. — La civière.

La civière est un instrument très économique, puisque partout on peut en confectionner un nombre indéfini avec quelques barres de bois et des planches clouées en travers. Elle est portée par deux hommes. On la charge de 40 à 50 kilog. de déblais. Les maçons transportent à petite distance 80 à 100 k. de matières, mais ce travail ne pourrait se continuer longtemps. Les porteurs de civière parcourent 2,500 mètres par heure, quand la traite est au plus de 100 mètres. Quand elle est plus longue, ils ne font pas plus de 2,000 mètres. Le retour à vide n'est pas beaucoup plus pressé. En montant, ils se ralentissent beaucoup, et gênés l'un par l'autre, ils ne peuvent,

à la descente, prendre l'accélération qui compenserait le retard de la montée. Il leur est plus difficile de choisir leurs pas qu'aux porteurs de paniers, parce que leurs mouvements doivent être combinés; ils ne peuvent donc pas agir sur des terrains aussi mauvais. Ils ne peuvent non plus gravir des escarpements trop grands, car alors leur charge glisserait. Il faut, dans ce cas, qu'ils prennent une ligne oblique qui allonge le chemin. Sous ce double rapport, ils ont peu d'avantages sur la brouette.

§ 4. — La brouette.

La dimension et la charge des brouettes varient considérablement. Dans les travaux publics réguliers la brouette porte 50 k.; le rouleur fait 2,400 mètres par heure, soit à l'allée, soit au retour. La résistance au roulement est relative à la nature du sol; il faut donc préparer avec soin la voie que doit parcourir la brouette si l'on veut que l'ouvrage soit fait économiquement : pour peu que le terrain ne soit pas résistant, il faut même le planchéier. Quand la brouette doit franchir des pentes, on les dispose de manière à ce qu'elles ne dépassent pas $\frac{8}{100}$ et que la hauteur à laquelle on s'élève ne soit au plus que le 12e de la distance à parcourir. Le général Vaillant trouve que c'est la pente qui donne le maximum d'effet.

On a reconnu que pour obtenir le maximum du travail, il fallait que la distance à parcourir par chaque relais fût proportionnée à la charge, de sorte que, la brouette pesant 15 kil., la charge de 40 kil. était celle qui convenait à une distance de 34 mètres, et qu'une charge de 50 kil. réduisait la longueur des relais à 29 mètres.

Comme pour tous les véhicules à roue, le travail qui résulte d'un plus fort chargement est dans un rapport plus faible que celui qui résulte de plus de distance à parcourir. Il est plus avantageux à l'ouvrier à la tâche de charger beaucoup pour

transporter à une moindre distance. En effet le coefficient de frottement étant, par exemple : 0,03, la charge de $30^k + 15$, et la distance à parcourir 56 mètres, l'effort pour soutenir la brouette chargée étant de 0,18 de son poids, le travail sera exprimé par $(45 \times 0,18 + 45 \times 0,03) \times 56 = 453,60$, et pour le retour $(15 \times 0,18 + 15 \times 0,03) \times 56 = 170,40$. En totalité 624 kil.

Doublons le poids à transporter et diminuons la distance de moitié, nous aurons pour le poids $60 + 15 = 75$, et l'allée nous donnera : $(75 \times 0,18 + 75 \times 0,03) \times 28 = 441,00$; et pour le retour : $(15 \times 0,18 + 15 \times 0,03) \times 28 = 88,20$, et en totalité $529^k,20$. Ainsi on aura obtenu, de la même journée de travail, 30 kil. transportés à 56 mètres, d'un côté avec 624 k., et de l'autre avec 529.

La brouette a un avantage que n'ont pas les autres véhicules, c'est de permettre de substituer avec facilité un porteur à un autre. Ainsi ayant reconnu que le travail le plus avantageux consistait à transporter une charge de 40 kil. à une distance de 34 mètres, si nous avions la distance de 68 mètres à parcourir, nous aurions deux rouleurs et deux brouettes. Le premier mènerait la brouette chargée à 34 mètres : là il trouverait le second revenant avec sa brouette vide ; il lui transmettrait la brouette chargée et retournerait à vide au point de chargement. On peut établir ainsi une ligne de relais assez prolongée, tandis qu'avec la civière, par exemple, le changement de porteur est beaucoup plus incommode ; il est plus difficile encore avec la hotte, et impossible avec le panier, dont une partie du chargement se répandrait dans ces changements de porteurs.

SECTION VIII. — *Comparaison des véhicules dans les transports avec retour à vide.*

Si le voiturier de profession peut calculer sur un char-

gement moyen pendant toute l'année, soit à l'allée, soit au retour, le cultivateur n'effectue presque jamais que des transports avec retour à vide. C'est donc les résultats économiques de ces transports examinés en eux-mêmes et dans leurs rapports avec les différents genres de véhicules décrits que nous avons maintenant à constater.

La distance à laquelle doit se faire le transport est un des premiers éléments qui entre dans ces calculs. En effet, le chargement doit se faire autant de fois qu'il y a de retours, et le nombre des retours est d'autant plus grand que la distance à parcourir est plus petite; de plus, la longueur des relais n'est pas la même pour tous les modes de transports : elle est la moindre possible pour la brouette, à cause de la fatigue qu'éprouvent les bras tiraillés par le poids qu'ils supportent; il arrive aussi que selon certains de ces modes, l'allée est plus lente que le retour, dans un certain rapport qui n'est pas le même pour tous; enfin la nature du chemin à parcourir et son inclinaison ont aussi des effets différents selon les modes différents adoptés.

Les transports de matériaux, d'engrais, de fruits de la terre, etc., s'opèrent dans l'agriculture au moyen de ces véhicules. Il règne une si grande diversité dans les usages locaux, comme par exemple dans la dimension des gerbes, dans la manière de charger le foin bottelé ou en rame, etc., qu'il serait difficile de parcourir en détail toutes ces opérations; une seule d'entre elles se prête à des évaluations générales, c'est celle des déblais de terre, qui s'appliquent aux constructions de digue, au nivellement des terrains et surtout aux charrois de marne et de chaux, et aussi, avec de légères modifications, au transport des engrais. C'est donc elle que nous prendrons pour exemple, et on pourra appliquer ensuite avec facilité les résultats que nous allons indiquer aux autres cas particuliers. Nous supposerons que la distance où doit se faire le transport varie

de 20 à 1,000 mètres, et nous allons donner des tables contenant le prix du transport à ces différentes distances et avec chaque véhicule.

Paniers.

Conditions : vitesse, 30,000 mètres par jour; poids moyen porté, 10 kil.; prix des journées de porteurs, 0f,75; prix de la journée du chargeur, 2 fr.; poids chargé par le chargeur dans sa journée, 34,292 kil.; un aide-chargeur pour élever le poids sur la tête des porteurs, 1 fr.

Distance. mèt.	Nombre de chargements.	Poids transporté par chaque ouvrier	Nombre d'ouvriers pour un chargeur.	Prix des journées de l'atelier.	Prix du transport de 100 kil. à la distance indiquée.	Prix du transport de 100 kil. à 1 kilomètre.
20	750	7,500 k.	4,57	6f43	0f019	0f95
30	500	5,000	6,86	8,13	0,024	0,80
40	375	3,750	9,14	9,86	0,029	0,72
50	300	3,000	11,43	11,57	0,034	0,68
60	250	2,500	13,71	13,27	0,039	0,65
100	150	1.500	22,86	20,14	0,058	0,58
500	30	300	114,31	88,73	0,260	0,52
1,000	15	150	228,61	174,45	0;508	0,51

Hotte.

Conditions : Vitesse, 20,000 kilom. par jour; poids moyen porté, 50 kil.; poids chargé par le chargeur, 34,292 kil.; prix, 2 fr. par homme.

Distance. mèt.	Nombre de chargements.	Poids transporté par chaque ouvrier	Nombre d'ouvriers pour un chargeur.	Prix des journées de l'atelier.	Prix du transport de 100 kil. à la distance indiquée	Prix du transport de 100 kil. à 1 kilomètre.
20	500	25,000 k.	1,37	4f74	0f013	0f65
30	333	16,650	2,05	6,10	0,017	0,56
40	250	12,500	2,74	7,48	0,022	0,55
50	200	10,000	3,43	8,36	0,024	0,48
60	167	8,350	4,11	10,22	0,029	0,48
100	100	5,000	6,86	15,72	0,046	0,46
500	20	1,000	34,29	68,58	0,200	0,40
000	10	500	68,58	139,00	0,278	0,28

Civière.

Vitesse, 20,000 mètres; poids transporté, 50 kil.; poids chargé, 34,292 kil.; prix de la journée des hommes, 2 fr.

Distance mèt.	Nombre de chargements.	Poids transporté par chaque ouvrier.	Nombre d'ouvriers pour un chargeur.	Prix des journées de l'atelier.	Prix du transport de 100 kil. à la distance indiquée.	Prix du transport de 100 kil. à 1 kilomètre.
20	500	25,000 k.	2,74	$7^{f}48$	$0^{f}022$	$1^{f}10$
30	333	16,650	4,10	10,20	0,030	1,00
40	250	12,500	5,48	12,96	0,038	0,95
50	200	10,000	6,86	15,72	0,046	0,92
60	167	8,350	8,22	18,44	0,054	0,90
100	100	5,000	13,72	29,44	0,086	0,86
500	20	1,000	68,58	139,16	0,400	0,80
1,000	10	500	137,16	276,32	0,806	0,80

Brouette.

Vitesse, 24,000 mètres; poids transporté, 40 kil.; poids chargé, 34,292 kil.; prix de la journée, 2 fr.

Distance. mèt.	Nombre de chargements.	Poids transporté par chaque ouvrier.	Nombre d'ouvriers pour un chargeur.	Prix des journées de l'atelier.	Prix du transport de 100 kil. à la distance indiquée.	Prix du transport de 100 kil. à 1 kilomètre.
20	600	24,000 k.	1,42	$4^{f}84$	$0^{f}014$	$0^{f}70$
30	400	16,000	2,14	6,28	0,018	0,60
40	300	12,000	2,84	7,68	0,022	0,55
50	240	9,600	3,51	9,02	0,026	0,52
60	200	8,000	4,28	10,56	0,031	0,50
100	120	4,800	7,15	16,30	0,048	0,48
500	24	960	35,72	73,44	0,214	0,43
1,000	12	480	71,44	144,88	0,422	0,42

Tombereaux.

L'action de dételer et d'atteler le tombereau exigeant cinq minutes, équivaut à 300 mètres de parcours; l'action de vider le tombereau et de remettre le cheval en marche exige deux minutes, équivalant à 120 mètres de parcours. Ainsi, dans les calculs qui auront lieu pour apprécier le parcours du tombereau, il faudra ajouter 420 mètres à la distance où sont portés

les matériaux pour obtenir le nombre de voyages possibles en un jour. Dans la journée, le tombereau parcourt 36,000 mètres; le chargeur charge 16,791 kil. de terre; le chargement du tombereau à un cheval est de 900 kil.; nous avons vu plus haut que la journée de voiture à un cheval coûte 4f,64 avec son conducteur (prix de ferme) : nous aurons donc pour les différentes distances :

Distance. mèt.	Nombre de voyages.	Nombre de kil. transportés dans une journée.	Nombre de chargeurs par attelage.	Prix de la journée.	Prix de 100 kil. transportés à la distance.	Prix de 100 kil. à un kilomètre.
20	78,2	70,380	4,19	13f02	0f0187	0f93
30	75,0	67,500	4,02	12,68	0,0186	0,62
40	72,0	64,800	3,83	12,30	0,0189	0,47
50	69,2	62,280	3,74	12,12	0,0194	0,39
60	66,6	59,940	3,56	11,76	0,0196	0,33
100	58,1	52,290	3,11	10,86	0,0208	0,21
500	25,4	22,860	1,36	7,36	0,0322	0,06
1,000	14,9	12,810	0,76	6,16	0,0481	0,05
18,000	1,0	900	0,59	5,82	0,6470	0,035

En comparant maintenant ces différents modes de transport entre eux, nous trouvons que le prix du transport de 100 kil. à un kilomètre coûtera pour chacun d'eux et à différentes distances :

Distance. mèt.	Panier.	Hotte.	Civière.	Brouette	Tombereau.
20	0f95	0f65	1f10	0f70	0f93
30	0,80	0,56	1,08	0,60	0,62
40	0,72	0,55	0,95	0,55	0,47
50	0,68	0,48	0,92	0,52	0,39
60	0,65	0,48	0,90	0,50	0,33
100	0,58	0,46	0,86	0,48	0,21
500	0,52	0,40	0,80	0,43	0,06
1000	0,51	0,28	0,80	0,42	0,05

Ainsi, jusqu'à la distance de 30 mètres, il est plus avantageux de faire les transports à la brouette qu'au tombereau, et jusqu'à celle de 40 mètres à la hotte; au-dessus de cette distance le tombereau a la supériorité. La hotte l'emporte évi-

demment sur tous les autres modes de transport au dessous de 40 mètres. La civière est le moins économique de tous. Le panier n'a pour lui d'autre avantage que de pouvoir réunir promptement un grand nombre d'ouvriers et de ne pas exiger de capital de première mise.

CHAPITRE X.

Des machines propres à élever l'eau.

Les bienfaits de l'irrigation ont été longtemps réservés aux terrains tellement situés qu'on pouvait y dériver les eaux courantes facilement et de niveau. On est loin d'avoir épuisé encore cette faculté, et il faut espérer que les progrès de la législation, de l'administration publique et des lumières des cultivateurs étendront beaucoup à l'avenir l'emploi de ces eaux, qui portent avec elles tant d'éléments de fertilité. Mais tous les terrains ne sont pas si heureusement placés, et pour ceux qui auraient pu dériver facilement les eaux, tant d'obstacles se sont interposés pour leur en disputer la jouissance, que l'on s'est vu trop souvent obligé à élever les eaux qui étaient le plus à portée, faute de pouvoir atteindre celles qui coulaient de niveau avec le sol à arroser. Aussi s'est-on d'autant plus occupé de machines que la pratique des canaux était plus arriérée, et aujourd'hui encore nous en sommes réduits à recourir à l'emploi de moyens mécaniques pour nous procurer l'eau nécessaire à l'irrigation, non-seulement dans les positions où l'eau de niveau ne pourrait parvenir, mais encore dans celles où, soit par des associations, soit par des travaux généraux faits par l'Etat ou des compagnies, on pourrait fertiliser des territoires entiers en y amenant des canaux.

Nous n'entrerons pas ici dans la description détaillée des

appareils proposés ; nous devrons renvoyer ceux qui s'occupent de leur construction aux traités spéciaux, principalement à l'excellent Traité d'hydraulique de M. Daubuisson ; mais nous chercherons à en donner une idée générale, propre à diriger les agriculteurs dans le choix qu'ils auront à en faire.

Les machines hydrauliques peuvent se diviser en neuf classes : 1° celles où l'on agit sur l'eau par la percussion; 2° celles où l'on se sert de l'adhérence de l'eau pour un corps qui tourne rapidement; 3° celles où l'on met en usage la propriété d'un corps en mouvement à persister dans cet état; 4° celles où l'on emploie une force agissant en sens contraire de la pesanteur; 5° celles agissant par l'effet d'un plan incliné; 6° celles où l'eau monte par la pression de l'atmosphère sur sa surface supérieure; 7° celles où l'on déplace l'eau en s'emparant de la place qu'elle occupait au moyen d'un corps solide; 8° celles où l'on se sert de la force centrifuge; 9° celles qui emploient la réaction de l'eau.

SECTION Ire. — *Machines à percussion.*

L'écope est la plus simple de ces machines. C'est une pelle creuse que l'on plonge dans l'eau et que l'on relève vivement en dirigeant le jet d'eau en avant. C'est ainsi que l'on arrose les fumiers dans les petites exploitations qui n'ont pas de pompes, et les petits espaces de terrains situés près des cours d'eau. Un homme élève de la sorte en huit heures 48,000 lit. d'eau à un mètre de hauteur.

Une roue qui tournerait dans un coursier ferait monter l'eau le long du plan incliné par l'action de percussion de ses aubes, et elle la déposerait dans le réservoir supérieur préparé à cet effet; mais on n'obtiendrait ainsi que peu d'eau et à une petite hauteur.

SECTION II. — *Machines agissant par l'adhérence de l'eau.*

La machine de Vera consiste en une corde sans fin passant sur une poulie A (*fig.* 134) placée à l'orifice d'un puits, dirigée vers le fond par la petite poulie B, et ramenée du fond en s'engageant sur la petite poulie C placée au fond du puits. Si on imprime un vif mouvement de rotation à la poulie A, l'eau qui adhère à la corde vient se verser en D dans un réservoir préparé. On a voulu depuis substituer des pièces de drap passant à la partie supérieure entre deux cylindres à la corde de Vera. Ce moyen si simple d'élever l'eau a été de temps en temps reproduit avec des variantes; mais son succès exige une si grande rapidité de mouvement que toutes les parties de ce mécanisme sont bientôt mises hors de service quand on en exige un travail continu. M. Lasteyrie l'a vu en action au couvent de Vinarès, en Catalogne, où il existait trente ans au moins avant la communication de Vera, et où il donnait toute l'eau nécessaire aux besoins du couvent en plongeant dans un puits de 10 mètres de profondeur [1].

fig. 134.

SECTION III. — *Machines employant la force d'inertie.*

Ces machines sont fondées sur le principe que si un corps est animé d'une certaine vitesse et vient à choquer un corps à l'état de repos, il ne perd qu'une partie de sa vitesse et continue à se mouvoir avec celle qui lui reste.

Supposons un tube suivi de deux soupapes s'ouvrant de dehors en dedans, et placées à une certaine distance l'une de l'autre; plongeons-le rapidement dans l'eau en repos, l'eau ouvrira la soupape inférieure et pénétrera dans le tube à une

(1) *Collection des machines*, tome Ier, page 82.

certaine hauteur : quand on le soulèvera, le poids de l'eau fera fermer la soupape. Si, après la première immersion, l'espace A B (*fig.* 135) est rempli d'eau, et que l'on en fasse une nouvelle, le second choc fera ouvrir les deux soupapes, l'eau entrera au-dessus de la soupape B, et en continuant les chocs, elle pourra atteindre une grande hauteur. C'est ce que l'on appelle la canne hydraulique.

fig. 135.

Au lieu d'un corps solide en mouvement agissant contre l'eau en repos, supposons l'eau en mouvement frappant un corps solide, et voyons ce qui arrivera. L'eau tombe d'une certaine hauteur dans le tuyau AB (*fig.* 136); en parcourant le tuyau BC, elle trouve l'ouverture D, et elle en sort; mais par son im-

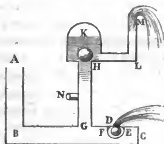


fig. 136.

pulsion, elle pousse le boulet E, soutenu par un grillage EF, contre l'ouverture qu'il ferme; dès-lors l'eau est obligée de s'élever dans le tube GH, elle soulève la soupape H, et entre dans le récipient K, dont elle comprime l'air. Cette compression agit sur l'eau, et la soupape H se referme : alors l'air continuant toujours à réagir pousse l'eau dans le tuyau LM, d'où elle s'échappe en jet continu. Cependant la soupape D, qui est un peu plus pesante que l'eau, n'éprouvant plus la même impulsion dès le moment que la soupape H s'est ouverte, s'ouvre aussi, et se referme aussitôt que se ferme la soupape H; et à

chacune de ces alternatives, il y a un choc qui fait monter une nouvelle colonne d'eau. La petite soupape N, qui communique avec l'air extérieur, s'ouvre au moment de la dépression de la colonne d'eau montante, et un filet d'air pénètre avec elle dans le récipient K, pour y renouveler celui qui est incessamment absorbé par l'eau. Tel est le mécanisme du *bélier hydraulique*. Faire monter à une hauteur indéfinie une petite quantité d'eau au moyen d'un fort courant, telle est la propriété distinctive de cette machine, qui fait le plus grand honneur à l'esprit d'invention de M. de Montgolfier. Elle peut être utile dans certains cas déterminés; par exemple, quand, étant placé sur le haut d'un plateau, on verrait courir à ses pieds et à un grand enfoncement une rivière dont on voudrait élever une partie pour des usages domestiques ou pour une petite irrigation. Mais la perte d'eau devient si considérable à mesure que la hauteur devient plus grande et que le nombre des chocs doit s'accroître pour porter l'eau au point déterminé, que l'on ne pourra jamais s'en servir pour des irrigations en grand; et si la hauteur à franchir n'est pas grande, beaucoup d'autres machines seront préférables. La violence des chocs des soupapes d'un bélier les use très rapidement et nécessite de fréquentes réparations. Essayée en beaucoup d'endroits, elle a été bientôt abandonnée, et nous ne connaissons plus de bélier hydraulique en action dans le but de procurer une grande quantité d'eau.

La table suivante d'Etelweyn indique les éléments du calcul que l'on peut établir pour faire usage du bélier.

Nombre de battements par minute.	Hauteur de la chute.	Volume d'eau dépensé.	Volume d'eau élevé par seconde.	Hauteur à laquelle l'eau est portée.	Effet utile.	Travail du moteur.	Rapport du travail à l'effet utile.
	met	lit.	lit.	met.	kil.		
66	3,066	48,4	15,40	8,02	123	148,0	0,835
42	2,262	49,8	6,82	11,78	112	102,0	0,830
23	1,255	50,5	2,95	11,78	34,7	63,4	0,547
10	0,601	44,6	0,41	11,78	4,8	26,8	0,179

Ainsi, pour obtenir du bélier ce que l'on doit attendre des autres machines, c'est-à-dire plus de 0,50 de la force employée, il ne faut pas que la chute soit moindre de $1^m,255$; mais quand elle est de $2^m,26$, on obtient déjà 0,83 de la force. On voit aussi qu'une grande partie de l'eau est perdue, puisqu'à une hauteur de chute de $1^m,255$, on n'élève que la seizième partie de celle qui a agi sur la machine, et à $0^m,601$ de chute seulement la centième partie. Si donc l'eau avait peu de pente, qu'elle fût peu abondante, on voit combien peu d'utilité on tirerait de l'emploi du bélier hydraulique.

SECTION IV. — *Machines employant une force agissant dans le sens contraire de la pesanteur.*

L'eau tirée d'un puits au moyen d'un seau attaché à une corde passant sur une poulie est l'application la plus simple de la force employée en sens contraire de la pesanteur. On facilite cette opération par le secours de la mécanique, soit en faisant enrouler la corde autour d'un treuil, ce qui économise la force aux dépens du temps consacré à monter l'eau; soit, quand l'eau est peu profonde, au moyen d'un levier (*fig.* 137). On applique alors la force à l'extrémité du plus long côté; on peut aussi placer à cette extrémité un poids qui diminue la force nécessaire pour remonter le seau quand il est plein. Il ne doit cependant pas être trop considérable, et faire équilibre au plus avec le seau vide, puisqu'il faut le soulever pour faire plonger le seau et le remplir.

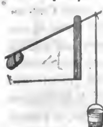


fig. 137.

Si au lieu d'un seau fixé à une corde, on place une série de seaux ou de vases autour d'une roue verticale plongeant dans l'eau par sa partie inférieure, on a la *roue à godets*, *a tympan* et la *noria*. Si la rivière a un courant rapide et un niveau peu

variable pendant une grande partie de l'année, on place la roue immédiatement à son bord; dans le cas contraire, on commence par diriger l'eau par un canal qui la fait arriver à la roue au moyen d'un coursier. On élève ainsi l'eau à la hauteur du diamètre au moyen de godets attachés à son pourtour, ou à la hauteur du rayon de la roue, selon le niveau du terrain à arroser au moyen de tuyaux creux partant de la circonférence et dirigés en développements du cercle, et versant par le centre de la roue. Les roues à godets établies sur les bords de l'Adige portent l'eau à 7 ou 8 mètres de hauteur, qui est la dimension de leur diamètre. L'eau est ainsi obtenue presque gratuitement; car elle ne supporte que les frais d'établissement de la machine.

Pour établir une roue à aubes dans des proportions convenables, il faut d'abord connaître la force dont on peu disposer: nous en avons indiqué les moyens dans la première partie; il s'agit alors de proportionner le volume des godets qui montent remplis d'eau à cette force, en calculant sur une perte de force de 0,60. Les godets sont placés sur les côtés de la roue de manière à plonger entièrement dans l'eau à chaque révolution. Supposons qu'ils soient cubiques et portent 0m,30 de côtés, ils présentent à l'eau une surface de 90 décim. carrés. Cette surface peut être considérée comme une aube. La vitesse du courant est de 2 mètres par seconde. M. Poncelet nous a donné, d'après les expériences de Bossut, une formule qui représente la force transmise par la roue : $F = 80AV (V-v)v$, dans laquelle, A étant l'aire de l'aube verticale, V la vitesse de l'eau, v est celle de la circonférence de la roue, qui, en général, ne s'éloigne pas de la moitié de la vitesse de l'eau. Nous avons alors $F = 80 \times 0{,}90 \times 2 \times (2-1) \times 1 = 144$ litres. Nous aurons donc 144 litres d'eau élevés par seconde à la hauteur d'un mètre, et par jour de 24 heures 12,441 mètres cubes d'eau. Supposons que l'on doive élever l'eau à 4 mètres,

la circonférence de la roue sera de 12 mètres, elle mettra 12 secondes à faire un tour; en espaçant des godets de $0^m,30$ à $0^m,80$ les uns des autres, nous aurions 20 godets sur le pourtour de la roue, contenant chacun environ 84 litres d'eau.

Si l'on voulait augmenter la puissance de la roue, dans le cas où l'on jouirait d'un cours d'eau d'une largeur indéfinie, comme cela arrive quand on établit la roue entre deux bateaux sur un fleuve, on n'aurait qu'à accompagner chaque godet d'une aube qui présentât une vaste surface au courant d'eau. Supposons que la surface immergée de ces aubes fût de 2 mètres carrés, nous aurions dans les mêmes conditions indiquées ci-dessus : $F = 80 \times 2 \times 2 \times 1 = 320$; et, pour élever l'eau à 4 mètres, nous aurions des godets de 192 litres, et par jour de 24 heures 27,648 mètres cubes d'eau.

La roue à godets (*fig.* 138) peut être mise en mouvement

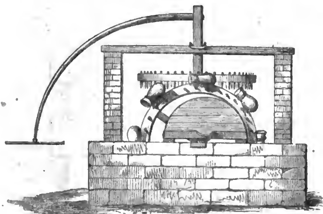


fig. 138.

par le courant d'eau, par le poids de l'homme ou des animaux marchant dans un tympan, enfin par un manége.

Mais si le réservoir où l'on puise l'eau est profond, on conçoit que si sa circonférence devait en atteindre le niveau,

il faudrait donner à la roue un diamètre tellement exagéré que son poids seul entraînerait un frottement considérable et exigerait l'emploi d'une grande force motrice. Alors on fait passer sur un tambour une corde sans fin portant les godets, qui se remplissent quand ils sont parvenus à la partie inférieure de leur circuit et se vident à la partie supérieure : la moitié des godets sont donc pleins et l'autre moitié vides. Exécutée grossièrement en bois, avec des pots en terre cuite pour godets, on a la noria des Arabes, transportée par eux en Espagne et dans le midi de la France. Mais à cet instrument grossier a été substitué une machine mieux combinée et qui cause une moins grande déperdition de forces.

Elle consiste en un tambour hexagone de fonte (*fig.* 139) mis

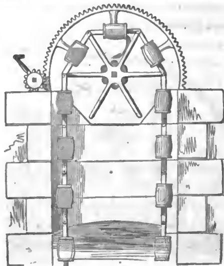


fig. 139.

en mouvement par une roue d'engrenage, qui elle-même se meut au moyen d'un manége; une chaîne sans fin est formée de barres de fer en nombre indéterminé, et chacune de la longueur d'un des côtés de l'hexagone, articulées entre elles. Chacune

de ces barres porte un godet en zinc, et, si l'on opère avec une force considérable, un baril cerclé en fer. Ces anneaux de la chaîne s'appliquent successivement, par l'effet de la rotation du tambour, à chacun des côtés de son hexagone, et versent l'eau qu'ils ont puisée dans un auget, d'où elle est déversée sur le champ à arroser. Les godets doivent être percés à leur fond, pour laisser échapper l'air qu'ils renferment à mesure qu'ils s'emplissent par leur ouverture. Pendant leur ascension, il s'échappe ainsi du fond des godets une certaine quantité d'eau qui retombe dans le godet placé au-dessous, mais qui diminue cependant un peu la quantité d'eau élevée. Dans tout le midi de la France, où l'on se sert beaucoup de norias, on trouve d'habiles constructeurs qui fournissent des norias en fonte, de la force d'un cheval, au prix de 5 à 700 francs. La noria ainsi construite utilise une aliquote de la force en rapport direct avec la hauteur à laquelle on élève l'eau. Ainsi, d'après les expériences directes, la noria de M. Gatteau employait :

Pour 1 mètre de hauteur. . .	0,48 de la force.
Pour 2 mètres de hauteur. . .	0,57 de la force.
Pour 3 mètres de hauteur. . .	0,63 de la force.
Pour 4 mètres de hauteur. . .	0,66 de la force.
Pour 6 mètres de hauteur. . .	0,70 de la force.

On détermine facilement la force perdue en appliquant le dynamomètre, ou seulement une romaine à ressort, à la machine dépouillée de ses godets; on mesure ensuite, par la même méthode l'effort qu'elle exige quand elle est pourvue de ses godets remplis.

Dans une expérience que nous avons faite sur une noria qui élevait l'eau à 3^{m},40, la noria faisait 4 tours par minute, chaque tour versait 6 godets de 25 litres; ce qui nous donnait pour une journée de 8 heures, 288 mètres cubes d'eau, ou 975 à la hauteur d'un mètre; mais nous opérions avec un cheval ardent et qui ne travaillait pas la journée entière. La circonfé-

rence du manége était de 18 mètres, qu'il parcourait en 15 secondes : il faisait donc $1^m,20$ par seconde, en déployant une force de 50 ou 60 kilom.; il élevait 10 litres d'eau par seconde à la hauteur de $3^m,40$ ou 34 litres à la hauteur d'un mètre. Il employait donc utilement 0,57 de la force, un peu moins que dans l'expérience de M. Gatteau. Dans les expériences faites sur la noria de M. Burel, le produit était de 641 mètres.

Nous citerons une autre expérience, faite avec un cheval travaillant toute la journée dans le jardin d'un maraîcher et avec une machine toute pareille. L'animal ne parcourait que $0^m,90$ par seconde et déployait une force de 55 kil., et produisait un travail mécanique de $49^{km},5$. Il élevait l'eau à 5 mètres de hauteur, et produisait $6^l,4$ par seconde; ce qui équivalait à 32 litres élevés à la hauteur de 1 mètre, ou en 8 heures 921 mètres cubes. Il employait utilement le 0,65 de sa force. Il est probable, d'après ces deux essais faits dans des circonstances différentes, que la noria de M. Burel n'employait pas toute la force de tirage dont le cheval était susceptible.

Pour trouver le prix de revient de l'eau, nous cherchons d'abord quels ont été les frais d'établissement de la noria; pour nous ils ont été comme il suit :

	fr.	c.
Creusement d'un puits de 5 mètres de profondeur sur 4 mètres de côté, 80^{mc} de fouille ou de déblai à 0 fr. 96 c. le mètre.	76	80
80^{mq} de revêtement à 3 fr. le mètre.	240	»
Piliers pour soutenir la machine, ceux pour recevoir l'eau, et canaux de dégorgement.	100	»
Noria et godets.	700	»
	1,116	80
Nous aurons alors pour l'intérêt du capital et les frais d'entretien, estimés à 10 p. 100.	111	68
Coût, pour 150 jours, d'un cheval de la taille de $1^m,50$, à 812 fr. 42 c. par an, en ayant 262 jours de travail ordinaire, $\frac{812,42 \times 150}{262}$ = ...	464	87
	576	87

Produit de la noria : eau élevée à un mètre et pendant 150 jours de l'année 921^{tm} × 150 = 138,150^{tm}, coûtant, par mètre cube élevé à un mètre, 0^{f},00418. Si l'on n'admettait que le résultat trouvé par M. Burel, ou 671^{m} par jour, on aurait 671 × 150 = 100,650 mètres qui coûteraient 0^{f},00573 le tonneau métr.

Machine à chapelet. Si l'on imagine une chaîne portant des rondelles de cuir épais qui soient exactement du diamètre d'un tube, et que ce tube plonge dans l'eau ; si l'on vient à soulever la chaîne, chaque rondelle soulèvera aussi la portion de liquide superposée, et la conduira jusqu'au haut du tube. La succession de ces rondelles forme ainsi une série de seaux mobiles. Pour utiliser cette idée, on a une chaîne sans fin qui passe sur un arbre horizontal à pignons, mis en mouvement par un manége ; en entrant dans le tube A B (*fig.* 140), les disques de cuir soulèvent l'eau qui les surmonte jusqu'au sommet du tube, où elle se déverse en A. Le mouvement est communiqué à la chaîne par l'engrenage qui s'empare de chaque disque dans les intervalles des barreaux formant le pignon de l'arbre. Cette machine est en usage dans les jardins, et malgré le frottement des rondelles, elle ne paraît pas employer plus de force que la noria bien construite. Mais on conçoit la préférence qu'on lui doit accorder sur les norias imparfaites qui l'ont précédée. L'usure des rondelles et du tube finit par occasionner des pertes d'eau. Aussi n'avons-nous pas toujours retrouvé cet appareil dans les lieux où nous l'avions vu employer précédemment, tandis que les norias ne disparaissent pas de ceux où elles ont été introduites.

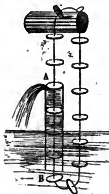


fig. 140.

SECTION V. — *Machines agissant par l'effet du plan incliné.*

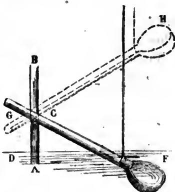


fig. 141.

Soit une cuillère à long manche fixée par un pivot C (*fig.* 141) à une pièce montante AB : quand elle s'abaissera au-dessous du niveau DF de l'eau, elle se remplira ; et quand elle sera remontée dans une position GH, où elle dépassera l'horizontale, elle versera l'eau qu'elle contiendra par son manche qui sera creux. S'il existe une seconde cuillère, semblablement disposée, puisant l'eau dans le réservoir où la première l'a versée, puis une troisième la prenant dans le réservoir de la seconde, on conçoit que l'on pourra élever l'eau indéfiniment. Mais l'élévation que l'on atteint par chacune de ces opérations successives n'étant que la tangente de l'angle d'inclinaison dont le rayon est la longueur de la cuillère, on conçoit que pour atteindre une hauteur considérable, il faut multiplier singulièrement les cuillères et les réservoirs, et que l'on a ainsi beaucoup de frottements. Aussi les machines de ce genre, souvent proposées, n'ont-elles jamais été adoptées que pour porter l'eau à une petite hauteur, à un mètre d'élévation, par exemple, avec des cuillères de la longueur de 2 mètres.

La vis d'Archimède agit par le même principe, celui d'employer une force pour changer l'inclinaison du plan sur lequel se trouve l'eau. A mesure qu'elle tourne, elle présente toujours à l'eau des plans inclinés à descendre tout en s'élevant au sommet de la vis. On sait que cette vis consiste en un canal

fermé disposé en hélice autour d'un axe qui porte deux tourillons. Le tourillon supérieur est armé d'une manivelle, l'extrémité inférieure du canal plonge dans l'eau, et en faisant tourner la manivelle le liquide est porté à la partie supérieure.

La quantité d'eau élevée est d'autant plus grande que l'axe de la vis est plus incliné à l'horizon. Si l'on considère donc que quand on accroît la hauteur à laquelle l'eau doit s'élever, la longueur de la vis croît dans une plus grande proportion, on voit qu'il est un terme rapproché passé lequel la ténacité des matériaux ne résisterait pas au poids de l'eau qu'ils doivent supporter. La pratique a enseigné que la plus grande longueur qu'on pouvait donner à la vis était celle de $6^m,5$, et que l'angle d'inclinaison le plus avantageux était celui de 35°, ce qui porte l'eau à une hauteur de $3^m,73$. Le diamètre extérieur de la vis est de $\frac{1}{12}$ de sa longueur; les pas de vis de $0^m,432$; la ligne génératrice de l'hélice fait un angle de 67 à 70 degrés avec l'axe; il y a trois spires entières. Une telle vis, même avec la vitesse de 16 à 20 tours par minute seulement, donne $20^k,40$ d'eau par tour de vis, et par conséquent un peu plus de 6 litres d'eau par seconde, et par journées de 8 heures 176 mètres cubes d'eau. C'est le produit que l'on peut espérer du travail d'un homme. Mais on emploie ordinairement pour mouvoir la vis douze hommes, qui se relèvent trois par trois, et font tourner la machine en poussant et tirant dans le sens horizontal sur une pièce de bois. On produit ainsi 2,400 mètres cubes d'eau dans la journée de 12 heures, et le mètre cube d'eau à la hauteur de un mètre revient à $0^f,010$.

SECTION VI. — *Machines qui élèvent l'eau par la pression atmosphérique.*

Supposez un cylindre creux plongé dans l'eau à sa partie

inférieure, et dans lequel se meuve un piston P (*fig.* 142) d'un égal diamètre. Au bas du cylindre se trouve une soupape S, qui s'ouvre de bas en haut; le long du tube d'ascension DD' se trouve une autre soupape S', qui s'ouvre dans le même sens. Si on soulève le piston, on fait le vide dans le cylindre, qui porte le nom de *corps de pompe*, la soupape S se soulève et l'eau pénètre sous le piston; au moment où on l'abaisse, la soupape se referme par l'effet de la pression : l'eau ne trouve pour échapper à cette pression que le tube d'ascension, elle soulève la soupape S', qui se referme quand l'abaissement du piston est terminé et que l'eau cesse d'être refoulée. Une série de pareils mouvements fait monter l'eau à une hauteur qui n'est bornée que par le rapport qui existe entre la force qui met le piston en mouvement et le poids de la colonne d'eau DD. On voit ici que la pression de l'atmosphère sur la surface du liquide, qui le force à pénétrer dans le corps de pompe, est le principe générateur de l'effet de ce genre de machine, qui prend le nom de *pompe foulante*.

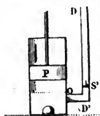


fig. 142.

Supposons maintenant que le piston, au lieu d'être plein, porte dans son milieu une soupape S (*fig.* 143), s'ouvrant de bas en haut, comme la soupape S' placée au bas du corps de pompe et à l'entrée du tuyau aspirateur A, qui est plus ou moins allongé, parce que le corps de pompe ne plonge plus dans l'eau dont le niveau est plus bas. Quand le piston s'élèvera, le vide qu'il laissera au dessous de lui déterminera, comme dans le cas précédent l'ascension de l'eau dans le corps de pompe; mais quand il s'abaissera, la soupape S se

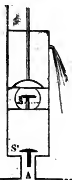


fig. 143.

soulevant, le liquide montera au-dessus du piston. Cette action réitérée procurera donc dans la partie supérieure du corps de pompe l'ascension d'une colonne d'eau qui sera limitée par le poids de l'atmosphère, comme dans le baromètre, dont ici le niveau de l'eau représente la cuvette et le corps de pompe le tube. Ce poids fait équilibre à une colonne d'eau de $10^{m},41$ de hauteur : c'est donc la limite extrême de l'ascension de l'eau distillée dans la pompe aspirante, au niveau de la mer et à la température de zéro. Dans la pratique, on a reconnu que l'absence de plusieurs de ces conditions, et surtout l'imperfection du vide obtenu par le piston, devait faire borner à un peu moins de 10 mètres la hauteur de l'ascension de l'eau au niveau de la mer. Ce genre de pompe prend le nom de *pompe aspirante.*

Mais on allie ordinairement ces deux méthodes, et l'on a la *pompe aspirante et foulante,* qui peut porter l'eau à une hauteur qui n'est aussi limitée que par la force employée. Elle ne diffère de la pompe foulante que parce que le corps de pompe n'étant pas plongé dans l'eau, il y a un tube d'ascension comme dans la pompe aspirante. D'ailleurs le piston est placé comme dans la pompe foulante.

Il est essentiel que le tube aspirateur ait un petit diamètre, et que la soupape inférieure soit placée à l'entrée supérieure du tube d'aspiration, et non au bas. Dans ces deux cas le vide reste imparfait, et l'on n'obtient pas d'effet, à moins d'avoir rempli préalablement d'eau le tube d'aspiration. Il ne faudrait pas non plus que celui-ci eût un trop faible diamètre ; car alors le piston pourrait avoir plus de vitesse que l'eau montant dans le tube, et il y aurait ainsi une cause d'arrêt. Le diamètre doit être les $\frac{2}{3}$ de celui du corps de pompe, et les soupapes doivent avoir une surface égale à la moitié de la surface de la base du piston.

Dans un temps donné, le produit d'une pompe est égal au

volume du piston multiplié par le nombre de coups de piston effectués pendant ce temps. Ainsi, soit un piston de 0m,20 de diamètre sur 0m,15 de hauteur : son volume sera de 0mc,0045, et, s'il donne une pulsation par seconde, nous aurons pour produit 0mc,0045 ou 4lit.,5 d'eau.

Le travail développé pour mettre le piston en mouvement est égal au poids de la quantité d'eau élevée multiplié par la hauteur du déversoir au-dessus du niveau du réservoir, plus l'effort nécessaire pour vaincre les résistances causées par les frottements. Ainsi, dans le cas que nous venons de citer, supposons que l'eau doive être élevée à 6 mètres, nous aurons $4^k,5 \times 6^m,0 = 27$ kilogr. Dans les pompes en bon état et bien construites, le travail utile n'étant que les 0,66 du travail mécanique, celui-ci sera donc de 40km,5 par seconde, ou à peu près la moitié d'un cheval-vapeur.

Ce principe est exact pour les pompes aspirantes et les pompes foulantes. Le travail n'a lieu pour les premières qu'à la montée du piston; pour les secondes, qu'à la descente. Dans les pompes aspirantes et foulantes le travail est double, puisque le moteur agit deux fois pendant une oscillation, une fois en montant et l'autre en descendant; c'est ce qui rend le travail de ces dernières plus égal et mieux réparti : il y a donc ici double produit et double travail mécanique.

Le mouvement de la colonne d'eau dans le tuyau d'ascension des pompes est nécessairement intermittent comme le mouvement du piston. Aussi, à chaque changement de direction de celui-ci, il a à vaincre la force d'inertie de l'eau. Il y a là une perte de force considérable, que l'on a essayé d'éviter en rendant le jet continu au moyen d'un réservoir d'air C (*fig.* 144). L'eau, au lieu de s'élever immédiatement dans le tuyau d'ascension, parvient dans ce



fig. 144.

réservoir, dont elle refoule l'air; quand le piston, en se relevant, permet à la soupape R de se refermer, l'air réagit sur l'eau qui est entrée dans le réservoir, et la chasse dans le tube d'ascension. Cet écoulement est continu, mais n'est pas uniforme, parce que la détente de l'air perd de sa force à mesure de l'ascension de l'eau qui lui laisse occuper un plus grand espace.

Le réservoir d'air ne s'applique qu'aux pompes de petite dimension. Pour celles qui fournissent beaucoup d'eau, on fait de préférence décharger plusieurs pompes dans le même tuyau d'ascension, et l'on règle leurs mouvements de manière que leurs pistons se trouvent au même moment à plusieurs points différents de leur course. C'est en particulier ce qu'on a fait à la machine de Marly, où huit pompes élèvent d'un seul jet, en vingt-quatre heures, plus de 800 mille litres d'eau à 160 mètres de hauteur.

Le jeu des pompes est sans contredit un des moyens les plus réguliers et les plus utiles d'élever l'eau, celui qui exige le moins de place et nécessite le moins de constructions; mais on a été souvent obligé d'y renoncer, parce que les pompes s'usent rapidement, quand elles font un service continu, par le frottement continuel du piston contre le corps de pompe et le mouvement des soupapes. Alors il y a des fuites considérables, et on ne fait qu'un vide imparfait qui réduit progressivement les produits à mesure de leur durée. Les détériorations sont d'autant plus sensibles qu'on se sert d'une eau moins pure, transportant des parties terreuses qui, engagées une fois entre les parties frottantes, les usent très rapidement. Aussi, quand on avait à élever des eaux limoneuses, fallait-il recourir aux norias, aux roues à godets ou aux vis d'Archimède. L'ingénieuse invention de M. Letestu est venue surmonter heureusement cette difficulté. Il remplace les soupapes par des rondelles de cuir retenues par un clou; il remplace le piston par un

cône métallique, dans lequel il place un cuir ou un feutre qui déborde sa base et s'adapte contre les parois du corps de pompe, prenant exactement, grâce à sa flexibilité, la forme qu'on veut lui faire prendre; de sorte que ses parois peuvent même ne pas être alésées.

Nous devons nous arrêter ici dans la description des machines hydrauliques et renvoyer, pour compléter leur description et leur usage, à l'excellent ouvrage de M. Daubuisson. Les roues à réaction (turbines) nous ouvriront peut-être un jour de nouvelles perspectives qu'il serait prématuré d'indiquer.

Section VII.—*Considérations sur l'application des différentes forces aux machines hydrauliques.*

§ I. — Le vent.

Le vent, considéré comme moteur, a été appliqué en grand aux polders de la Flandre et de la Hollande pour opérer leur desséchement. Il y met en mouvement des chaînes sans fin garnies de godets très volumineux. Il n'a été jusqu'à présent que d'un usage borné et précaire pour les irrigations, ce qui tient surtout à son irrégularité, que nous avons déjà signalée. Nous avons vu comment ont échoué un grand nombre d'entreprises de ce genre dans notre climat très venteux et très sec des bords de la Méditerranée, et nous avons recherché avec soin les causes de ces insuccès. Les principales nous paraissent être :

1° La timidité des essais. Pour obtenir des effets vraiment agricoles, quand on peut disposer d'une masse d'eau considérable, comme cela arrive dans le voisinage des fleuves et des rivières, il faut se servir de moulins capables de marcher

avec la vitesse moyenne du vent dans le pays, et doubler, ou même, s'il le faut, tripler le nombre des moulins, plutôt que de les rendre gigantesques, résultat qui est toujours accompagné d'un grand inconvénient, la difficulté des réparations.

A l'aide de son ingénieux mécanisme, M. Durand[1] assure à ses moulins une marche régulière et uniforme. Il se met en mouvement avec un vent d'une vitesse de 3 mètres par seconde; il ne fait alors que 10 révolutions par minute; à 4 mètres de vitesse il en fait 20; mais dès que la vitesse du vent parvient à lui faire faire de 30 à 32 tours par minute, il conserve ce maximum sans le dépasser, quelle que soit l'impétuosité du vent.

Le rayon des ailes est de 3 mètres; elles sont trapézoïdales et ont $1^{m},5$ de largeur à leur extrémité la plus large. Étant au nombre de six, elles présentent une surface de $13^{mq},5$ à l'action du vent.

Le piston a $0^{m},16$ de diamètre et une course de $0^{m},22$; il élève $4^{lit.},5$ d'eau à chaque coup. Le produit des journées (24 heures) où le vent atteint la vitesse nécessaire pour le faire marcher au maximum (30 tours par seconde) est en réalité, d'après l'expérience, de 216 mètres cubes, et par conséquent, pendant les six mois d'arrosage, il fournirait 38,880 mètres cubes, ou la quantité nécessaire pour l'irrigation de 39 hectares, en supposant que le vent soufflât tous les jours avec la vitesse nécessaire pour qu'il n'y eût pas de chômage. Dans les environs de Paris on recueille seulement une moyenne de 140 mètres cubes par jour et de 25,550 mètres cubes par an, c'est-à-dire l'eau nécessaire pour l'irrigation de 25 hectares.

(1) Voir *Bulletin de la Société d'encouragement*, novembre 1845, page 525.

Cette excellente machine, étant construite avec beaucoup d'économie et marchant sans être surveillée, peut devenir très utile à l'agriculture. Voici le prix de revient de son travail mécanique tel que l'a donné M. de Saint-Preuve[1]?

Prix d'achat sans les voiles.	1240 fr.
Chevalet sur lequel porte le moulin. . . .	50
Pompes.	200
Pose de la machine.	50
	1540

COUT DU TRAVAIL.

	1° *Service pendant l'année entière.* 1400 × 365 = 511000 tm.	2° *Service pendant six mois.* 1400 × 182,5 = 25550 tm.
Dépense : intérêt de 1540 fr. à 10 p. 100. . .	154f »	154f »
Entretien et renouvellement de voiles.	26 »	13 »
Entretien de la pompe (cuir, etc.).	12 »	6 »
Huile.	4 »	2 »
Salaire pour graissage, tension des voiles.. . . .	3 70	1 85
	199 70	176 85

COUT DE CHAQUE UNITÉ DE TRAVAIL :

$$\frac{199{,}70}{511000} = 0^f{,}00039. \qquad \frac{176{,}85}{255500} = 0^f{,}00069.$$

2° La nature des eaux limoneuses a obligé à adapter les forces des moulins à vent à des machines, telles que les chaînes sans fin à godets, qui les chargeaient beaucoup, qui étaient sujettes à beaucoup d'avaries et de réparations, ou à des vis d'Archimède sujettes à se déjeter en montant l'eau à une très-petite élévation. Les pompes mettront fin à toutes ces hésitations par la perfection de leur service.

3° L'irrégularité du vent et sa cessation prolongée pendant la saison la plus chaude ont découragé tous ceux qui avaient voulu l'appliquer à l'irrigation. En voyant périr leurs cultures

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, nov. 1845, p. 533.

malgré les dépenses qu'ils avaient faites, ils n'ont pas tardé à se dégoûter d'un moyen aussi incertain. Pour parer à cet inconvénient, on est entraîné dans la construction d'un réservoir qui puisse emmagasiner la quantité d'eau nécessaire pour pourvoir à ces calmes prolongés. Il faut se rendre compte de ces frais tout à fait indispensables si l'on veut établir l'irrigation sur des bases stables et ne pas compromettre des dépenses faites avec trop de légèreté et sans calculer les résultats.

Si nous prenons le prix de revient des immenses réservoirs destinés à l'approvisionnement de nos canaux, nous trouvons les chiffres suivants :

	Volume d'eau. mèt.	Par mètre cube.
Étang Berthenet.	1,700,000	0f0062
Réservoir de Gros-Bois.	8,516,000	0,0139
— Chazilly.	5,281,000	0,0310
— Cercy.	3,741,171	0,0318
— Pauthier..	1,836,136	0,0178
— Tillot.	598,940	0,0377
Moyenne.		0,0350

Les circonstances locales variables ont rendu les constructions plus ou moins coûteuses. Mais, à circonstances égales, les réservoirs sont d'autant plus chers que leur contenance est moindre et que par conséquent le périmètre des digues est plus grand par rapport à la surface.

Supposons maintenant que l'on ait à construire un réservoir situé en plaine, dont il faille élever les digues au dessus du niveau du sol en prenant les terres à l'extérieur et à la distance moyenne de 34 mètres seulement. Nous le destinons à l'irrigation de 20 hectares de prairies et à contenir l'eau nécessaire à un seul arrosage, qui exige 20,000 mètres d'eau. L'évaporation du mois d'août étant supposée, dans le pays où on le construit, de 0m,314, les filtrations étant portées hypothétiquement au double de l'évaporation, nous aurions une perte de 0m,942 dans le mois, ou environ un mètre.

Si la filtration était trop considérable, il faudrait garnir la digue en pavé maçonné à la chaux hydraulique ou au moins d'un béton, ce qui augmenterait encore les frais. Nous donnons aux digues 3 mètres d'élévation; l'eau, après les pertes, aura 2 mètres de profondeur. Le bassin devra donc avoir 1,000 mètres de superficie, et, en le faisant carré, 31^{m},6 de côté et 126,^{m}4 de périmètre, ce qui, avec les talus, donne un cube de 3,402 mètres de remblais, qui, à 2 fr. le mètre, y compris la fouille, reviennent à 6,804 fr., ou par mètre cube d'eau, 0^{f},34. Pour arroser régulièrement tous les huit jours 20 hectares de prairies, ou 2^{h},5 par jour, nous aurions donc, pour réservoir, 6,804 fr., dont l'intérêt à 10 p. 100, ou 680 fr., réuni aux 884^{f},25 que coûte l'action de cinq moulins à vent de M. A. Durand, propres à produire 10,000 tonneaux métriques d'eau par jour, nous donnerait 1,564 fr., et 0^{f},1564 pour la valeur d'un tonneau métrique d'eau.

§ II. — De l'eau comme moteur.

Quoique la force de l'eau soit donnée gratuitement par la nature, il est bien rare qu'elle ne soit pas devenue une propriété particulière et qu'on puisse l'obtenir sans l'acheter. Dans les pays les plus avancés en civilisation, les chutes d'eau sont occupées d'avance par des usines, des moulins à blé, et ce n'est que dans les parties éloignées des centres de population, sur les rivières torrentielles descendant des montagnes, ou enfin sur les bords des grands fleuves qui suppléent par leur masse à leur défaut de pente, qu'on trouve le moyen de s'emparer de la force de l'eau sans la payer un prix qui équivaut quelquefois presque à la force que l'on obtiendrait des moteurs animés. Le plus souvent, dans les heureuses positions où l'on peut disposer des chutes, il sera plus avantageux de dériver les eaux par un canal que de les employer à faire mouvoir des machines

hydrauliques qui emploieraient toute leur masse à en élever une petite quantité.

Supposons, en effet, une rivière qui roule un mètre cube d'eau par seconde et qui nous présente une chute de 2 mètres, nous aurons une force de 20,000 kil. qui, avec les machines les mieux construites, pourrait élever 12,000 kil. à un mètre, et seulement 1,200 kil. à 10 mètres. Or, la situation des terrains à arroser dans les pays de montagnes est généralement telle que ce dernier cas se réalisera. Ce sont des plateaux ondulés, assez élevés au-dessus du lit des torrents pour qu'il faille une très grande force pour y porter une petite quantité d'eau. Ici nous n'aurions à disposer que de la 100e partie de la masse qui coule dans le lit du torrent, tandis qu'il arrive presque toujours qu'en prenant l'eau à un point plus élevé on pourrait disposer de toute la masse à bien meilleur marché que par l'établissement d'une machine. La grande diversité des circonstances locales ne permet pas d'assigner un prix à la force de l'eau; mais soit qu'on puisse la conduire de niveau, soit qu'on l'emploie comme force motrice, c'est celle qui est la plus économique, quand on n'est pas obligé d'en payer trop cher la jouissance.

§ III. — De la vapeur.

Quand on dispose d'une grande quantité d'eau qui n'a point ou presque point de chute, il faut bien se décider à l'élever à l'aide de machines, et l'on a reconnu que dans certaines circonstances la force que l'on pouvait leur appliquer le plus économiquement était celle de la vapeur. Ces circonstances sont le bon marché du charbon et une irrigation assez étendue pour que les frais généraux soient réduits dans une très forte proportion.

De grandes étendues à arroser, un réservoir abondant, telles

sont les conditions premières qui créent une spécialité particulière à la machine à vapeur. Nous disons de grandes étendues, parce que, pour une grande comme pour une petite machine, il faut un ou plusieurs machinistes chauffeurs, et que leur salaire constitue une partie d'autant plus notable des frais que la machine est plus faible ; il est évident ensuite que le réservoir où l'on puise l'eau doit pouvoir fournir d'une manière régulière et constante à l'abondant débit de la machine. Cherchons à nous faire une idée du prix de revient de l'eau d'après toutes les données que nous avons posées dans la première partie.

M. de Sainte-Preuve nous a donné le prix de revient du travail des machines à vapeur, en supposant qu'elles consomment soit 4 kilogrammes, soit $2^k,5$ de charbon par heure et par force de cheval-vapeur. La première de ces consommations est celle que l'on attribue généralement aux machines motrices à détente; mais il assure que, depuis peu de temps, l'on en construit (dans les ateliers de M. Farcot en particulier) qui ne consomment que $2^k,5$ et même que 2 kil. par heure pour le même travail mécanique. Voici le compte qu'il établit dans les deux cas :

1° *Machine à vapeur de 40 chevaux-vapeur réduite à 30, et travaillant 12 heures par jour pendant six mois.*

PRIX D'ACHAT.

Machine à balancier, avec une chaudière de rechange et ses accessoires.	46000 fr.
Fourneau double, cheminée, maçonnerie.	8000
Machine hydraulique (pompes, etc.).	20000
Bâtiment pour loger la machine et les chauffeurs. . .	4000
	79000

COUT DU TRAVAIL.

Travail journalier : 270 tm. × 30 × 12 =	97200 tm.
Pour six mois.	17739000 tm.

DÉPENSES.

Intérêt à 10 p. 100 du capital d'achat	7500 fr.
Intérêt à 5 p. 100 du bâtiment	200
Charbon à 3 fr. 75 c. les 100 kil.; 4 kil. par cheval-heure, 4 × 40 × 12 = 1920 kil. × 3,75 = 72 fr.; pour six mois 72 × 180	12960
Graisse, huile, mastic, etc., 1 fr. par jour	180
Gages du chauffeur et des aides	3000
	23840

COUT DU TM. DE TRAVAIL.

$$\frac{23840}{17739000} = 0,00133.$$

2° *Machine à vapeur de 4 chevaux réduite à 3, travaillant 12 heures par jour, consommant 4 kil de charbon.*

Prix d'achat de la machine	4500 fr.
Deux chaudières et accessoires	3000
Maçonnerie, fourneau, cheminée	3500
Appareil hydraulique	4000
	15000
Bâtiment pour machine et chauffeur	2000
	17000

SERVICE DE SIX MOIS.

Travail par jour, 270^{tm} × 3 × 12 =	9720 tm.
Pour six mois, 9720 × 182,5 =	1773900 tm.

DÉPENSES.

	fr.	c.
Intérêts des machines	1500	»
Intérêts des bâtiments	100	»
Charbon, 4^{k} × 4 × 12 = 192^{k} par jour, valant 7^{f},20 × 182,5	1314	»
Graisse, etc.	182	50
Chauffeur	3000	»
	6096	50

COUT DU TM. DE TRAVAIL MÉCANIQUE.

$$\frac{6096,5}{1773900} = 0,0034.$$

§ IV. — Comparaison des frais nécessaires pour élever l'eau à l'aide des différentes forces motrices.

D'après tout ce qui précède, le mètre cube d'eau élevé à un mètre revient aux prix suivants :

Par le moyen de la force de l'eau		?
Moulins de M. Amédée Durand.	Par des vents constants.	0f00069
	Par des vents variables avec réservoir	0,00156
Machine à vapeur de 4 chevaux		0,00340
Machine à vapeur à haute pression, de 40 chevaux.		0,00133
Force humaine employée à une roue à godets		0,01490
Force humaine employée à une vis d'Archimède		0,01000
Chevaux à une noria		0,00118

D'après ces données, nous trouvons que l'irrigation d'un hectare de prairie, exigeant pour l'année 10,000 mètres cubes d'eau nous coûtera, selon ces divers procédés :

L'eau élevée à	1 mèt.	2 m.	3 m.	4 m.	10 m.	20 m.
Par des vents réguliers (moulins Durand)	6f9	13f8	19f7	27f6	69f	138f
Par des vents variables	15,6	31,2	46,8	62,4	156	312
Machine à vapeur de la force de 4 chevaux	34,0	68,0	92,0	136,0	340	680
Machine de 40 chevaux	13,3	26,6	39,9	53,2	133	266
Force humaine à une roue	149,0	298,0	437,0	596,0	1490	2980
Force humaine à une vis d'Archimède	100,0	200,0	300,0	400,0	1000	2000
Cheval à une noria	41,8	83,6	124,4	167,2	418	836

L'eau conduite par le canal de la Martesane coûte 12 francs par hectare; celle conduite par le canal des Alpines coûtera, d'après la loi, et au prix moyen de 22 fr. l'hectolitre de blé, 42 fr. par hectare.

Ces rapprochements expliquent pourquoi les irrigations obtenues par les machines ne se sont pas étendues et se sont bornées au service des jardins maraîchers, dont le produit brut

était très considérable. Ils prouvent que les grandes machines à vapeur pourraient seules lutter contre les canaux et procurer de l'eau à un prix abordable pour l'agriculture. Mais dans plusieurs circonstances on ne sera pas libre de choisir; on ne pourra pas toujours trouver des différences de niveau convenables pour le tracé des canaux, et cela arrive surtout dans les pays plats où les cours d'eau ont perdu toute leur pente. La masse d'eau suffisante pour alimenter la machine existe alors, mais il faut l'élever au niveau du sol. La machine à vapeur peut offrir la solution de la difficulté où l'on se trouve, et donner l'eau à un prix bien peu supérieur à celui que coûterait l'eau tirée des canaux d'irrigation, pourvu que l'on procède sur une grande échelle.

Il sera d'ailleurs toujours facile, au moyen des données que nous avons fournies, de s'assurer de la convenance de pareilles entreprises. Supposons en effet que l'on puisse obtenir des prairies qui, tous frais déduits, puissent donner 340 fr. de rente par hectare; que la rente ordinaire du terrain privé d'irrigation soit de 170 fr.; que les frais de canaux, de conduits, de nivellement et de non-jouissance pendant la conversion des champs en prés représentent un capital de 700 fr., dont l'intérêt à 4 p. 100 sera de 28 fr.; le bénéfice de la conversion sera représenté par 142 fr. Le tableau suivant indique, dans ce cas, à quelle profondeur de l'eau s'arrête la faculté d'en puiser par les différents procédés; c'est-à-dire celle où se trouve le pair de la dépense et de la recette :

	mét.
Pour les forces de l'homme	0,96
Pour les forces de cheval	3,40
Vents constants	20,00
Vents variables	9,10
Machine forte de 4 chevaux	4,20
Machine forte de 40 chevaux	10,70

AGRICULTURE.

INTRODUCTION.

Nous venons de parcourir une bien longue carrière avant d'arriver au but que nous nous étions proposé. Nos lecteurs auront dû souvent se demander si toutes ces connaissances préliminaires étaient indispensables, et s'ils n'auraient pas pu aborder immédiatement l'étude de l'agriculture, sans passer par de telles épreuves; ils se seront demandé si tant d'habiles cultivateurs qui ont fondé leur réputation et leur fortune sur le succès de leurs entreprises étaient en effet les plus savants, ou si les plus savants auraient mieux réussi qu'eux. Ces questions, nous n'en doutons pas, ont été faites par ceux qui étaient encore étrangers à ces études préalables, et qui s'arrêtaient à la vue de la tâche laborieuse que nous leur présentions, bien plus que par ceux qui avaient le courage de l'entreprendre. Nous répondrons que dans l'exercice d'un art quelconque le savoir n'est qu'un des éléments du succès, mais que cet élément est stérile s'il n'est associé à d'autres qualités d'une aussi grande importance; nous répondrons aussi que ces qualités sans savoir ne conduisent pas davantage au succès.

Ainsi, d'abord, un homme qui est bon administrateur arrivera à de grands résultats en se servant de méthodes imparfaites, comme un habile ouvrier fait des chefs-d'œuvre avec des instruments insuffisants. Est-ce à dire que si l'un

employait de meilleures méthodes et que l'autre fût pourvu d'instruments perfectionnés, ils ne réussiraient pas mieux encore. Mais cet habile fermier qui fait l'admiration de ses voisins en suivant avec talent une pratique toute tracée, que deviendra-t-il si vous le transportez sur un autre sol, dans un autre climat? Combien n'avons-nous pas vu de ces essais de transplantations qui aboutissaient aux plus tristes résultats? Des cultivateurs expérimentés de Picardie sont venus échouer en Sologne, d'autres venus de la Flandre ont été impuissants en Bretagne; il en a été de même de Français, de Suisses, d'Allemands arrivant en Algérie. Mieux eût valu y transporter des hommes tout neufs et sans idées premières que ces habiles gens, habiles sur leurs terrains, dans leur pays, mais d'autant plus inhabiles ailleurs, que leur art était fixé dans leur cerveau à l'état de dogmes immuables. Mais accordez à un homme fortifié par la science les mêmes qualités administratives et pratiques, et les unes n'excluent pas les autres, vous verrez comme il saura modifier ses vues, changer sa culture et l'adapter à sa nouvelle situation, parce que sa nouvelle méthode se fondera sur l'observation des éléments avec lesquels il doit opérer, et que la science lui aura appris à les connaître et à les combiner.

Au commencement de notre carrière agricole, nous avons partagé l'erreur commune; nous avons cru aussi à la souveraineté de la pratique locale. Mais propriétaire de terres situées dans quatre départements différents et dans des conditions très variées, il nous a été impossible de fermer les yeux sur la diversité des résultats agricoles et économiques. Pour nous l'expliquer, pour modifier nos solutions selon cette diversité, il fallait remonter à sa cause. Ici la culture du blé nous coûtait deux fois plus que dans les autres situations; fallait-il en accuser la probité ou la maladresse de nos agents? La ténacité du sol, pendant la sécheresse, augmentait le tra-

vail mécanique nécessaire pour les labours, son humidité pendant la saison pluvieuse diminuait le nombre des jours utilement employés; ces deux circonstances réduites en chiffres nous donnaient pour résultat précisément la perte que nous ne pouvions plus attribuer qu'aux qualités du sol et du climat. Fallait-il continuer à cultiver les céréales dans des conditions aussi désastreuses? Mais il était possible de remédier à la sécheresse par l'irrigation et dès lors l'abandon des méthodes du pays, la conversion de ces terres en prairies était seule convenable. Voilà où nous conduisait l'examen attentif des circonstances agrologiques et météorologiques.

Ailleurs une terre profonde, légère, communiquant inférieurement avec le réservoir souterrain des eaux, mais sujette aux inondations, rendait les récoltes annuelles chanceuses, une plantation de mûriers permettait de profiter des richesses enfouies sous cette couche épaisse. L'examen raisonné de ces circonstances nous conduisit à modifier profondément le système d'exploitation. Les principes de l'agrologie nous auraient révélé toutes ces imperfections et mis sur la voie du remède, sans nous faire passer par de longs tâtonnements.

Et ces problèmes de tous les jours, l'opportunité de marner, de plâtrer le terrain, d'y conduire des engrais carbonés ou azotés, combien ils nous ont longtemps occupé, combien de fausses opérations ils ont occasionnées, jusqu'au moment où, cherchant à pénétrer au fond des questions, nous les avons attaquées par les méthodes scientifiques.

Nous ne craignons donc pas de le dire : les développements auxquels nous nous sommes livré sont autant le fruit de notre expérience que de nos études; ils seront d'autant moins sujets à induire en erreur que nous y avons été conduit par les faits. Si c'est dans le cabinet que nous les réunissons aujourd'hui en faisceau, c'est dans les champs qu'ils ont été étudiés et mis en œuvre. Vingt ans de notre vie ont été consacrés à des recher-

ches agricoles, jusqu'au moment où les événements nous firent un devoir patriotique de nous dévouer à la vie publique; et dès que nous avons pu honorablement reprendre notre liberté, c'est avec bonheur que nous sommes revenu à ces études et à ces travaux qui perdent toute leur aridité et toute leur monotonie quand ils sont animés par le besoin d'observer et de connaître la nature, bien plus encore que par celui d'en assurer les résultats matériels.

C'est parce que nous aurions été heureux de trouver de pareils enseignements au début de notre carrière agricole, que nous nous félicitons des loisirs qui nous permettent d'offrir à nos concitoyens le fruit des méditations de toute notre vie.

La science de l'agriculture enseigne les moyens d'obtenir les produits végétaux de la manière la plus parfaite et la plus économique.

Comme toutes les sciences technologiques elle a deux buts : obtenir le produit le plus recherché et l'obtenir au meilleur marché possible. Prenant la science naturelle qui s'occupe des matériaux de l'art au point où l'ont laissée les besoins de leur simple connaissance, les sciences technologiques ont à l'étendre, à la développer dans ses rapports avec l'application industrielle qu'elles se proposent de faire ; et de plus elles doivent les allier aux données de l'économie. Toute science technologique est composée de ces deux termes dont l'un appartient à l'histoire naturelle et l'autre à la science économique.

PARTIE TECHNIQUE DE L'AGRICULTURE.

L'agriculture qui s'occupe de la production des substances végétales prend sa base scientifique dans la phytologie. Cette science naturelle a pour but la connaissance des végétaux, de leur organisation, de leur vie, de leurs espèces. Mais après

avoir achevé cette étude, l'agronome s'aperçoit bientôt qu'elle ne saurait lui suffire, dans les limites que la science pure s'impose. D'abord le phytologiste ne doit négliger aucun végétal; le plus chétif, le plus rare a pour lui la même importance que le plus grand et le plus répandu. De là, la nécessité d'éviter de s'appesantir sur les détails, de rechercher les caractères qui rapprochent ou éloignent les plantes les unes des autres, et enfin de généraliser ses observations de manière à produire le plus qu'il lui est possible de grands groupes, embrassant les végétaux rapprochés par leur organisation. Plus le phytologiste approche de cette unité et plus son œuvre est parfaite; et il néglige nécessairement les caractères trop individuels qui ne présentent pas d'analogie dans les autres végétaux. Au contraire, l'agriculteur se borne à un petit nombre de plantes; ce qu'il a surtout besoin de connaître ce sont leurs dispositions individuelles, et il leur donne l'attention la plus détaillée. Il recherche pour chacune d'elles ce qui favorise sa germination, l'état d'humidité, de ténacité, de profondeur du sol qui amènent son développement le plus complet, les substances qui concourent à sa nutrition, enfin les effets que les phénomènes extérieurs, les modifications de l'atmosphère exercent sur elle. Ce n'est pas tout encore : souvent l'agriculteur ne vise pas à la production de la plante entière, mais seulement à obtenir une de ses parties, c'est son fruit ou sa semence, ou sa tige, ou sa racine qui est le seul but de sa culture; il cherche à développer cette partie aux dépens des autres, et à produire des monstruosités. Il doit donc étudier avec beaucoup de soin les tendances de la nature à cette production et les moyens de les déterminer.

Ce travail serait immense et impossible pour le phytologiste qui doit s'occuper de toutes les plantes de la création, il doit être superficiel pour des familles et des classes entières, l'agriculteur peut le faire pour des espèces et des variétés.

C'est l'œuvre du géomètre du cadastre comparée à celle du géographe. Cette partie de la science agricole peut être considérée comme un complément de la botanique et de la physiologie des plantes. Nous lui donnons le nom de *phytologie agricole.*

Le phytologiste reçoit ses plantes des mains de la nature, il les étudie sur leur sol natal, et dans les circonstances où elles se trouvent. Ce sol n'est pas toujours le plus favorable à leur existence; c'est celui où le hasard a disséminé leurs graines; elles y croissent souvent au milieu de plantes rivales ou ennemies qui mettent obstacle à leur libre développement. L'agriculteur, au contraire, cherche à mettre ses plantes dans la situation qui leur convient le mieux; il prépare une couche de terre meuble et suffisamment profonde où elles puissent étendre leurs racines; il les entoure des substances destinées à leur servir d'aliments; il les préserve des influences qui leur nuiraient et enfin il les isole en extirpant avec soin toutes les plantes étrangères qui viendraient leur disputer la place et la nourriture. L'état des plantes cultivées est donc tout artificiel, tandis que l'état de nature n'est le plus souvent pour elles qu'un état de gêne, de contrainte, de rapetissement, amené par la guerre et la famine. La plante cultivée et la plante venue spontanément représentent bien la situation respective de l'homme civilisé et de l'homme sauvage.

Mais pour parvenir à produire ces effets, l'agriculteur a dû recourir à des moyens mécaniques pour ouvrir, diviser, ameublir le terrain, c'est ce que nous appelons la culture; et il a dû aussi réunir, préparer, disposer à portée des plantes les substances minérales et organiques qui peuvent servir à leur nutrition, c'est-à-dire les engrais.

Ce n'est pas tout encore, il arrive souvent que deux ou plusieurs espèces de plantes ne peuvent vivre à la fois sur le même sol, sans se porter un préjudice qui égale le bénéfice que l'on

peut attendre de la simultanéité de leur culture; il arrive que l'époque de la maturité d'une plante peut être telle qu'on puisse lui faire succéder immédiatement une autre plante, enfin que certaines plantes aspirent et retiennent plus abondamment que d'autres les éléments nutritifs répandus dans l'atmosphère; l'art inconnu aux phytologistes et qui appartient en propre à l'agriculture, de déterminer les convenances de ces associations, de ces successions de plantes, l'art des assolements est donc une partie essentielle de la science agricole.

L'ensemble de ces notions qui ont pour but la connaissance des plantes, de la culture et de l'alimentation qui leur convient, de l'ordre dans lequel elles doivent s'associer ou se succéder dans les champs, est ce que nous appelons la *technique de l'agriculture.*

PARTIE ÉCONOMIQUE DE L'AGRICULTURE.

Obtenir les produits agricoles à des conditions telles qu'en soustrayant le chiffre des dépenses de celui des recettes, le reste soit le plus élevé possible. Voilà à quels termes peut se réduire la question économique.

Ce résultat peut s'obtenir de plusieurs manières : 1° En s'attachant à produire des marchandises d'une qualité supérieure et d'un prix élevé; 2° en cherchant à produire une grande masse de marchandises d'un prix peu élevé, compensant l'infériorité du prix par la quantité des produits; 3° en réduisant les frais de production.

La qualité supérieure des produits, susceptible d'être appréciée et payée par les consommateurs, résulte nécessairement de ce que cette nature de produits ne peut pas être créée indéfiniment et qu'elle constitue une espèce de monopole qui vient ou de propriétés particulières du sol ou du climat, ou

d'une culture compliquée, et d'une habileté peu commune nécessaire à ceux qui se livrent à la production; ou enfin de lois prohibitives qui resserrent la production dans certaines limites. Les vins fins, par exemple, sont dans la première catégorie des monopoles; la culture des jardins maraichers peut se ranger dans la seconde; la culture du tabac dans la troisième. Il ne dépend pas toujours des cultivateurs de pouvoir prendre part à ces riches cultures, ils en sont souvent empêchés par des circonstances indépendantes de leur volonté. Cependant on a vu des hommes habiles surmonter les difficultés du sol et du climat, et élever le prix de leurs produits par des procédés et des soins que le vulgaire ne peut pas s'imposer; mais c'est une carrière dangereuse dans laquelle on risque d'échouer; il arrive souvent que la masse des acheteurs est incapable d'apprécier à leur juste valeur ces perfectionnements, qu'il faut faire aussi leur éducation avant de les leur faire goûter et que l'améliorateur succombe sous le poids de son entreprise avant d'avoir atteint son but. C'est ce qui est arrivé à ceux qui voulaient porter à un haut degré de perfection les races de bestiaux, les laines, etc., dans les pays où l'on faisait peu d'usage de viandes grasses et de qualités superfines de lainages. Mais on a vu aussi des hommes doués d'une grande persévérance dans leurs vues et d'une capacité remarquable arriver à des résultats très importants, en cherchant à pousser leurs produits dans la voie d'une amélioration progressive.

Le plus grand nombre a préféré viser à l'abondance des produits. Ce genre de spéculation n'exige ni une capacité spéciale, ni des acheteurs exceptionnels. Il suffit pour réussir d'accroître le capital consacré aux cultures et de savoir en surveiller l'emploi. On ne court pas ici la chance de se tromper en se frayant sans guide une route nouvelle; on ne risque pas de voir le mérite de ses produits méconnu; on ne court que les chances ordinaires et communes de l'agriculture

générale, celles qui résultent de l'inclémence des saisons. C'est donc la spéculation la plus sûre tant que les marchandises de qualité commune trouvent un écoulement. Mais il arrive un point où il y a saturation du marché, et alors c'est le moment de savoir se replier sur un autre genre de produits, ou d'adopter quelque mode de perfectionnement qui favorise la vente de celui que l'on a adopté.

Enfin on a cherché à obtenir une balance favorable dans les résultats de la culture en réduisant les frais de production. Ces frais se composent de trois termes : 1° le loyer ou rente de la terre ; 2° les cultures mécaniques ; 3° les engrais.

Dans les pays où toutes les terres sont appropriées, leur rente est égale au produit qu'elles donnent en sus des frais de la culture telle qu'elle est exécutée dans le pays [1], c'est-à-dire qu'elle représente la valeur de l'engrais naturel que les plantes peuvent retirer du sol et de l'atmosphère sur un terrain donné. Ce qui excède cette valeur dans la grande variété de prix de fermage que l'on trouve partout, n'est en réalité que le paiement d'une quantité de vieil engrais existant dans le sol, et doit entrer dans la valeur de l'engrais lui-même dont nous allons parler plus loin. L'économie ne peut guère s'exercer sur la rente qui a un prix bien déterminé dans chaque pays, et ce n'est que par exception qu'on trouve des propriétaires négligents ou ignorants de la valeur de leurs fonds, des terres qui ont été mal exploitées, et dont les qualités sont méconnues. Sans doute on peut profiter de ces circonstances particulières, mais elles ne peuvent pas entrer dans la règle générale : nous admettons donc que la rente est une quantité constante, et qu'il ne nous est pas donné de faire varier.

Restent alors les frais de culture et les engrais sur lesquels nous pouvons agir pour diminuer le prix de revient des pro-

(1) *Voir* tome Ier, 2e édit., pages 405 et suivantes.

duits. Il y a sans doute quelque chose à faire sur les premiers. Les moyens mécaniques de l'effectuer peuvent être vicieux; on se sert peut-être de mauvaises charrues; on ignore l'usage des instruments perfectionnés qui emploient utilement toutes les forces dont on dispose; le choix de ces forces elles-mêmes peut être mauvais; on fait peut-être trop d'usage des bras de l'homme; les animaux sont trop peu vigoureux, de mauvaise espèce, etc. Le prix de revient de leur travail mécanique est peut-être trop élevé, parce que leur régime est mal entendu. En suivant les principes que nous avons indiqués dans la mécanique agricole, ceux que nous enseignerons plus tard dans la partie de ce travail qui traite des cultures, enfin en se conformant aux règles prescrites par la zootechnie, on ne peut manquer d'obtenir le maximum d'effets avec le minimum de dépenses.

Mais si nous croyons qu'on peut obtenir des économies sur la manière d'opérer les cultures en suivant les bons principes, nous nous garderons de chercher à en obtenir sur la nature et l'intensité de ces cultures elles-mêmes. Il est un certain degré de perfection qu'il faut atteindre dans ce genre, sous peine d'en être puni par une forte diminution dans les produits. Les plantes exigent, selon les espèces, une profondeur de labour, un ameublissement de sol qu'on ne peut leur refuser sans mettre à leur végétation des obstacles qui les empêchent d'atteindre les engrais naturels et artificiels disposés dans le sol, sans causer à leurs organes des fatigues inutiles. Ainsi nous improuverons formellement toute culture laissée imparfaite pour obtenir des économies; nous croyons qu'elles tourneraient contre le but que se propose le cultivateur, et que la réduction produite dans la récolte serait beaucoup plus considérable que celle que l'on obtiendrait dans les dépenses.

Ainsi, quand les cultivateurs d'une contrée auront adopté les mêmes instruments et les mêmes méthodes de culture, les

frais de culture deviendront aussi une quantité constante pour chaque nature de terrain, et il n'y aura plus à opérer que sur les engrais.

Une foule de circonstances agissent sur le prix des engrais. D'abord celles qui sont intérieures et propres à chaque exploitation, et qui dépendent de l'aptitude plus ou moins grande du sol à produire de l'herbe, du genre d'animaux auxquels on la fait consommer, et de la manière plus ou moins avantageuse de tirer parti de leurs produits; je ne parle pas du mode de préparation des engrais qui dépend de la capacité agricole de l'exploitant, capacité qui peut être acquise par tous ceux qui veulent connaître les ressources de l'art. Puis viennent les circonstances extérieures, le voisinage des grandes villes, des pays d'herbages, des routes fréquentées. Il suit de tous ces faits, que le prix des engrais est presque partout différent, qu'il y a des exploitations où il est très cher, d'autres où il est à très bas prix; qu'en outre leurs effets produisent une valeur très variable selon qu'ils sont employés à telle et telle culture[1]; c'est donc sur les engrais que peuvent se tourner toutes les combinaisons économiques de la ferme.

Après avoir perfectionné tout ce qui concerne leur fabrication, après avoir comparé leur prix réel résultant du dosage de leur ammoniaque, au prix des engrais que l'on peut acheter, le premier usage que l'on doit faire des connaissances agrologiques acquises, c'est de combiner le système de culture que l'on veut suivre, de manière à ce que l'engrais puisse s'appliquer aux plantes qui le paient au plus haut prix. Nous verrons, en parlant de ces systèmes, que, tout en continuant à produire l'engrais à aussi bon compte, il n'est pas toujours facile d'arriver à ce résultat; mais nous devons pour le moment laisser ces considérations de côté pour énoncer des principes généraux.

(1) *Voir* tome Ier, p. 677, 1re édit.; p. 616 et suiv., 2e édition.

Ayant arrêté d'après ces bases le système de culture que l'on veut suivre, il reste, pour décider la question économique de l'usage des engrais, à comparer leur prix de revient avec les résultats que l'on doit en attendre. Ainsi, soit le kilogr. d'azote de l'engrais revenant au prix de 1f,50 et produisant en deux récoltes 10,8 kil. de blé, ce que nous avons obtenu dans les terres fraîches, l'engrais sera donc payé par la récolte à 2f,45 le kil. d'azote; le blé étant à 17 fr. l'hectolitre (22f,70 les 100 kil.). Si, au contraire, nos terres sèches ne produisaient que 3k,60 de blé, le kilogramme d'azote ne serait payé que 0f,82, et il y aurait perte à se servir de l'engrais. Dans le premier cas, il faut employer le fumier au *maximum*, c'est-à-dire autant que la récolte peut en consommer en reproduisant sa valeur; dans le second, il faut le destiner à d'autres cultures qui le paient plus libéralement, et se contenter pour le blé de la fertilité naturelle du sol et des dons de l'atmosphère, ainsi que des restes d'engrais provenant de cultures antérieures qui ont déjà soldé une grande partie de sa valeur.

Ainsi, dès que les produits provenant de l'addition d'engrais dépassent en valeur le prix d'achat ou de production de cet engrais, la culture devient d'autant plus riche qu'on en augmente la quantité. En effet, dans la balance des dépenses et des produits, nous avons, d'un côté, le loyer et les frais de culture, de l'autre côté le prix des récoltes obtenues. Supposons que ces deux quantités soient égales, si nous ajoutons, d'un côté, la valeur des engrais appliqués à la culture, et que chaque portion de ces engrais ajoutée amène dans l'autre terme de l'équation, l'addition d'un supplément de récolte d'une valeur plus grande que celle de la portion d'engrais qui la produit, il en résulte nécessairement que le second terme surpassera d'autant plus le premier, et par conséquent que la recette surpassera d'autant plus la dépense qu'il y aura de plus grandes masses d'engrais ajoutées au premier terme

La science de l'économie en fait d'agriculture tient donc à connaître la valeur des engrais, et à les appliquer aux cultures qui donnent des produits correspondants supérieurs à cette valeur, et ensuite à les appliquer dans la plus grande proportion possible, jusqu'à ce que les plantes saturées, cessent de payer les nouvelles parties que l'on ajouterait à un prix supérieur à la valeur des engrais. On ne saurait trop le dire, c'est dans cette saine appréciation que réside un des principaux secrets des exploitations productives.

Mais les engrais proprement dits sont loin d'être les seules conditions de la vie facile des plantes. Il y a telle circonstance de terrain qui annule les effets du fumier en gênant leur développement, et leur impose une existence pénible et maladive. Le meilleur régime ne profite en rien à des tempéraments débiles et souffrants.

Le premier de ces obstacles, c'est l'humidité excessive du terrain : c'est donc à son desséchement qu'il faut d'abord s'attacher par les saignées, ainsi qu'il est indiqué dans la partie qui traite des amendements (1er volume); le second, c'est le manque de l'humidité nécessaire, à laquelle il faut suppléer, s'il est possible, par l'irrigation ; enfin le troisième, c'est le défaut de profondeur du terrain, qui est combattu, quand cela se peut, par les cultures profondes, qui remédient aussi jusqu'à un certain point à l'excès d'humidité et de sécheresse. Nous avons vu souvent des terrains doubler de valeur par l'emploi de l'une de ces améliorations; nous en avons trouvé qui ont décuplé et centuplé. On peut, au moyen d'une bonne culture dans des terrains sains et bien conditionnés, augmenter progressivement sa fortune; mais ce n'est que par l'amendement des terres dont la valeur était négligée ou méconnue, par leur desséchement, leur irrigation ou leur défoncement, que nous avons vu faire des fortunes rapides et multiplier en peu de temps le capital qui était affecté à ces opérations. La raison en est sim-

ple : dans les terres dès longtemps cultivées et mises en valeur, le loyer atteint à peu près son taux véritable; l'on ne peut donc bénéficier que sur l'excédant de valeur des produits sur les engrais : or ce bénéfice est limité par la concurrence et par le refus des plantes d'absorber une quantité illimitée d'engrais. Mais quant aux terres négligées, leur valeur est incertaine ; on n'en profite le plus souvent que sous le rapport des herbes qui y croissent spontanément ; et on sait que dans les terrains humides ou trop secs toutes les herbes croissent mal et d'une manière intermittente. Quand donc on parvient à élever ces terres au niveau des terres cultivées, c'est presque toute leur valeur capitale que l'on gagne, et non pas seulement l'intérêt de cette valeur, surtout quand les frais de l'amendement, comme cela arrive. sont fort inférieurs au capital obtenu.

La question économique se présente donc sous deux faces ; comme réduction des dépenses, ce qui arrive par le perfectionnement des procédés employés à la culture et par la suppression des façons inutiles ; comme accroissement des recettes, qui s'obtient par l'application d'engrais plus abondants, par l'occupation de terres dont la rente est très faible, et qu'avec des travaux d'amendements on peut porter à une plus haute valeur, le prix du loyer restant le même.

Pour ne pas s'exposer à des répétitions superflues, l'enseignement économique devra se mêler nécessairement avec l'enseignement technique. Ainsi, à propos des labours, nous préférons tout de suite, après l'indication des instruments usités, traiter des réformes économiques dont ils nous semblent susceptibles, plutôt que de renvoyer ces considérations à une autre partie qui serait séparée de la première par un long espace; en traitant de chaque plante, nous groupons de même tout ce qui concerne la technique et l'économie des procédés qui s'adaptent à leur culture.

Mais ce n'est pas tout de connaître l'ensemble et les détails

des méthodes à employer pour l'exploitation agricole. Ces procédés doivent être mis en action par des agents intelligents. Le haut fourneau construit, la mine trouvée, les conditions économiques générales de l'exploitation indiquées par l'ingénieur, il faut encore le directeur de l'usine, qui applique ces règles à sa situation propre, qui en dirige et en régularise les mouvements journaliers. L'agriculture n'est en réalité autre chose que l'exploitation d'une fabrique dans laquelle les substances diverses servant de matériaux se transforment en matières susceptibles d'échange. La terre, c'est le local de la fabrique; les divers éléments organiques et inorganiques qui entrent dans la composition des plantes, soit qu'ils y préexistent, soit que nous les y déposions, s'y combinent à la suite d'opérations mécaniques, comme les métaux en fusion se mêlent dans le fourneau et forment des alliages. Dans la ferme comme dans l'usine l'intelligence de l'homme détermine les conditions de l'opération. C'est ce que l'on appelle proprement l'administration de l'entreprise. L'administration est une condition importante du succès de l'agriculture comme de la prospérité de la fabrique. Cela est tellement vrai que, comme nous l'avons déjà dit, une bonne administration fait prospérer une industrie établie dans des conditions médiocres, et une mauvaise administration parvient à annuler les avantages des meilleures conditions. C'est cette œuvre de direction et d'administration qui forme la troisième partie de notre sujet.

Nous pouvons maintenant présenter dans ce tableau la série des questions que nous aurons à traiter pour remplir le cadre entier de la science agricole.

Ainsi, deux divisions générales : 1° technique et économie de l'agriculture; 2° administration de l'agriculture.

1° La technique de l'agriculture, réunie à son économie, contiendra d'abord les moyens de préparer le laboratoire des opérations, qui est la terre. C'est ce que nous comprendrons

sous le titre général de *culture mécanique*. Nous passerons ensuite aux soins à donner à chacune des plantes admises dans l'exploitation, soins qui résultent de l'examen de ses mœurs, de ses besoins, des usages que l'on peut faire de la plante entière ou de quelques-unes de ses parties; c'est ce que nous nommerons la *phytologie agricole*. Nous rechercherons ensuite quelles limites les cultures et les dispositions physiologiques des plantes assignent à leur retour sur le même terrain, et à leur succession entre elles; c'est la *théorie des assolements*. Enfin nous considérerons les convenances locales et économiques qui doivent nous faire préférer certains genres de plantes, et nous engager à en bannir d'autres de l'exploitation : en un mot, qui donnent un caractère spécial à nos cultures; c'est ce que nous appellerons *système d'exploitation*.

2° L'administration agricole exige d'abord le choix d'un homme chargé de la diriger, d'agents pour le seconder : ils sont la tête et l'intelligence de l'entreprise. Puis viennent les forces dont ils doivent disposer; le capital employé en amélioration du fond, à l'achat des instruments et des animaux ou des machines dont la durée est de plusieurs années, et que l'on appelle capital de cheptel; celui destiné aux dépenses faites dans l'année, ou capital circulant; l'application raisonnée et le meilleur usage à faire de l'un et de l'autre; et enfin la récapitulation numérique des opérations de l'entreprise, qui en fait connaître les résultats économiques, et dont la comptabilité agricole trace les règles.

TECHNIQUE ET ÉCONOMIE AGRICOLE.	Culture. Engrais (application des). Phytologie agricole. Théorie des assolements. Système d'exploitation.
ADMINISTRATION DE L'AGRICULTURE.	Direction de l'entreprise agricole. Capital. Comptabilité.

PREMIÈRE PARTIE.

DE LA CULTURE.

Sous le nom de culture mécanique, nous comprenons les opérations qui ont pour but d'ameublir le sol, pour faciliter le développement des racines des plantes qu'on lui confie, de lui incorporer les engrais et de le purger des plantes inutiles ou nuisibles.

Nous supposerons que la culture d'un terrain aura toujours été précédée de l'application complète des principes décrits dans le tome I[er] au titre des amendements, c'est-à-dire que l'on aura fait tout ce qui était nécessaire pour le mettre dans cet état moyen d'humidité, de chaleur, de ténacité, qui convient aux végétaux dont on veut retirer un produit. Ces soins constituent, en général, des opérations capitales durables, et qui ne se renouvellent que de loin en loin. On a saigné la terre par des tranchées couvertes ou par des fossés ouverts pour en faire écouler l'humidité superflue; on a cherché à lui amener des eaux d'irrigation pour remédier à son état de sécheresse; on a créé, s'il en était besoin, des haies et des abris pour la garantir des vents froids; on a modifié sa ténacité au moyen des colmates ou des transports de terre. On doit exécuter résolument chacune de ces opérations quand ses résultats économiques sont possibles; car chacun des défauts qu'il s'agit de corriger influe gravement sur le succès de la culture. Quelle pitié de penser que telle terre, après avoir été desséchée, rapporte le double de ce qu'elle produisait dans son premier état, et que depuis des siècles on s'obstine à laisser des terrains tout pareils dans un état complet d'improduction!

Après avoir donné à la terre toutçs les qualités physiques qui peuvent la rendre susceptible d'une culture plus facile et la soustraire aux influences qui s'opposent à toute bonne végétation, il faut observer ce qui se passe pendant la vie des plantes, afin de les mettre dans les situations qui leur sont le plus favorables. La semence doit trouver un terrain disposé à faciliter sa germination, et, pendant sa croissance, elle doit pouvoir y puiser librement les sucs nécessaires à sa vie et à son développement. Quand les semences sont disséminées sans le secours de l'art, elles peuvent tomber sur une terre durcie qui ne permette pas à leur radicule de s'y enfoncer librement; elles peuvent trouver le terrain occupé par d'autres plantes déjà maîtresses du terrain, et qui en disputent l'espace et les sucs à ses racines. Enfin si la semence tombe sur les feuilles sèches des forêts, sa radicule s'insinue au-dessous de leur couche, et alors, au milieu de ces corps hygrométriques et à l'abri de leur ombre, elle germe et pousse avec facilité, pourvu qu'elle ne soit pas ensuite privée de lumière et de nourriture par les cimes et les racines des arbres qui lui ont fourni son premier berceau.

Ainsi, les semences spontanément disséminées rencontrent de grands obstacles pour devenir des végétaux parfaits, et on a remarqué combien peu échappent à ces nombreuses causes de destruction. Combien peu de chênes, par exemple, proviennent de l'immense quantité de glands produits par un seul arbre! Quand nous voulons obtenir le succès de toutes nos semences, nous devons donc les mettre dans les conditions que nous reconnaissons les plus favorables à leur germination, et ensuite les préserver des obstacles que nous venons de signaler, et qui s'opposent à leurs progrès.

En général, les semences ont besoin d'obscurité et d'humidité pour germer; d'espace, de lumière et de sucs nutritifs pour se développer. A l'imitation de ce qui se passe dans la

nature pour les semences qui tombent sur les couches de feuillages, on a proposé de les placer sur des couches de paille qui leur procureraient un abri, de l'humidité, et plus tard les éléments de leur nutrition. Mais comme cette masse de débris végétaux dépasserait celle que l'on pourrait obtenir par la culture, comme d'ailleurs les plantes adventives en profiteraient comme les plantes cultivées, on a bientôt reconnu que ce procédé était impraticable.

A défaut de corps aussi hygroscopiques que la paille et les feuilles mortes, qui ne se rencontrent que dans des cas exceptionnels, on a dû recourir à un procédé plus général : on a recouvert les semences d'une couche de terre. Nous avons vu, dans la météorologie (tome II, page 114), qu'à la haute température de 23 à 24 degrés, l'évaporation de la terre est en quatre jours d'environ $\frac{1}{6}$ de l'évaporation de l'eau. Nous trouvons aussi (tome II, page 294) qu'à Paris et à Orange les intervalles moyens des pluies sont, dans la saison des semis (avril, septembre, octobre), de trois à quatre jours, qui séparent des pluies de la durée de deux à trois jours ; nous avons vu qu'avec la haute température de l'été la terre n'est desséchée qu'à $0^m,003$ de profondeur après avoir été imbibée par la pluie (tome II, page 114), et que par conséquent cette humidité se conserve plus longtemps dans les autres saisons. Ainsi, à moins d'intempéries, on peut être certain que la semence trouvera en terre, pendant la durée de sa germination, et à une profondeur proportionnée à cette durée, l'humidité qui lui est nécessaire; elle y trouve de plus l'obscurité : on aura donc placé la semence dans la position qui lui est le plus favorable en la recouvrant de terre.

Mais après la germination, le plumule de la plante cherche la lumière en écartant les molécules de terre qui la recouvrent, puis sa racine s'enfonce dans le sol inférieur; pour qu'elle accomplisse ces deux actes avec facilité, il faut que la ténacité

du sol ne lui oppose pas d'obstacles; ensuite, pour qu'elle profite de tous les sucs répandus dans le sol, toutes les plantes étrangères doivent être préalablement détruites.

Ce n'est pas tout encore, la terre par son hygroscopicité est un réservoir qui tient l'eau en réserve pour les besoins de la plante; mais il faut que celle qui dépasse ses pouvoirs hygroscopiques ne séjourne pas à son pied, car cette eau stagnante entre les particules de terre, privée bientôt de son oxygène, deviendrait pour les racines une cause de destruction.

D'un autre côté, il ne faut pas perdre de vue que cette eau devient nécessaire à la plante quand l'évaporation a desséché la couche superficielle du terrain. Le moyen de la tenir en réserve sans nuire à la végétation, c'est d'approfondir les labours de sorte que l'eau pluviale puisse se répartir sur une assez grande masse de terre pour qu'elle ne produise jamais l'inconvénient d'une trop grande humidité, et qu'elle ne soit pas perdue pour les plantes qui la puisent par l'extrémité de leurs racines jusqu'au fond de la couche meuble.

Enfin, pendant le cours de leur végétation, il faut quelquefois couvrir de terre les tiges elles-mêmes, soit pour les préserver du froid, soit pour maintenir la fraîcheur à leur pied, soit pour procurer le développement de nouveaux bourgeons et la création de nouvelles racines au-dessus de la première couronne. C'est ce que l'on pratique par le moyen du butage.

Ainsi, extirpation de plantes étrangères à la culture, défoncement et ameublissement du sol, butage : telles sont les différentes opérations qui constituent la culture mécanique, et qui se font successivement et simultanément. La première œuvre se donne sur un terrain durci et battu par les pluies et le piétinement des animaux, ou par le tassement successif que lui a fait éprouver la privation prolongée de toute culture : c'est ce que l'on nomme le défrichement. En l'opérant,

on détruit aussi les plantes venues spontanément et qui s'étaient emparées du sol; puis viennent les œuvres d'ameublissement, pour diviser les mottes qui avaient été produites par le défrichement; à celles-ci succède l'œuvre de la semaille; puis les œuvres de nettoiement, pour détruire les plantes adventices qui poussent au milieu des semis; et le butage, quand il doit avoir lieu, qui en entassant la terre au pied des plantes, contribue aussi au nettoiement. Arrivent enfin les travaux de récolte, qui exigent aussi le remuement de la terre, quand on veut extraire les plantes avec les racines. Tels sont les différents travaux de la culture mécanique dont nous allons parcourir la série.

CHAPITRE Ier.

Des défrichements.

SECTION Ire. — *Opportunité des défrichements.*

Quand on a un terrain dont on peut librement disposer, et qui n'est soumis à aucune de ces servitudes légales instituées dans un but plus ou moins fondé d'utilité publique, on n'a plus qu'à se demander si l'opération sera avantageuse ou non.

Pour résoudre la question d'opportunité, nous supposerons d'abord qu'il s'agit du défrichement d'un bois, puis d'un terrain en landes, friche ou pâturage.

Le bénéfice que l'on doit retirer du défrichement d'un bois se compose du prix de la vente du bois et des racines, et de la valeur capitale correspondant à la valeur des récoltes annuelles que l'on peut espérer, on en déduit le prix de la terre à l'état de bois, et la main-d'œuvre nécessaire pour le défrichement. Or, tous ces termes sont variables. Ainsi, le prix du bois sur place peut ne représenter que la valeur nette de la

potasse qu'il contient, si le bois est situé loin des centres de consommation et s'il est privé de voies de communication, tandis que, dans des circonstances contraires, il peut avoir une valeur assez grande pour couvrir même le prix d'achat de terrain et la main-d'œuvre. Nous avons vu, lors des défrichements de bois en 1831, des acheteurs en abandonner la dépouille et les récoltes de trois ans à des ouvriers qui se chargeaient du défrichement, et payaient en outre une rente égale au prix d'achat lui-même; mais ceci se passait dans un pays où le bois était rare et les communications faciles. Le prix de main-d'œuvre ne varie pas moins que celui du bois, et par exemple, aux États-Unis, ce n'est que la rare fertilité des terrains qui peut en expliquer le défrichement.

Quant aux produits que l'on peut se promettre des récoltes successives, l'état de la végétation du bois, quand il n'a pas été dégradé par une mauvaise administration, indique bien la fertilité proprement dite du sol. Nous supposons que la superficie que l'on se propose de défricher est couverte de bois aménagés.

Connaissant le produit P d'une coupe; pour déterminer la valeur du fonds de terre exploité en nature de bois, il faut considérer que ce produit doit représenter, 1° la somme des rentes annuelles r que l'on retire du sol pendant la durée n de l'aménagement; 2° celle des frais de régie f que l'on débourse pendant ce même temps; 3° la somme de l'intérêt composé de $r+f$ pendant le nombre d'années n. Soit $r+f=x$, le taux de l'intérêt de l'argent égal à q pour franc. Nous aurons la valeur de x au moyen de cette formule :

$$x=\frac{q\mathrm{P}}{(1+q)^n-1}$$

Soit maintenant $\mathrm{P}=600$ fr.; l'intérêt de l'argent $q=\frac{4}{100}$ ou 4 p. 100, et la durée de l'aménagement $n=25$ ans;

nous aurons :

$$x = \frac{\frac{4}{100} \times 600}{\left(1 + \frac{4}{100}\right)^{25} - 1}.$$

Nous trouvons que

$$\left(1 + \frac{4}{100}\right)^{25} = 2,665,$$

et par suite le terme du diviseur $(1 + q)^{n} - 1 = 1,665$. Alors

$$x = \frac{\frac{4}{100} \times 600}{1,665} = 14^{f},44.$$

Cette valeur de x doit être diminuée des frais annuels f pour qu'on ait la véritable rente r. Soit $f = 5$ fr.; alors $r = 9^{f},44$. Maintenant, si les terres se vendent dans le pays à un taux tel que la rente représente le $\frac{3}{100}$ du capital, le prix du fonds sur lequel aura crû la coupe sera de 314 fr. 33 c.

Si le bois n'était pas aménagé, s'il ne consistait qu'en arbres isolés, en broussailles, en genets, on ne pourrait calculer sur ses produits annuels qu'au moyen de comptes très bien tenus, qui n'existent pas le plus souvent, et il faudrait recourir alors, comme pour les terrains entièrement nus, à d'autres éléments d'évaluation. Voici ceux qui présentent les résultats les plus certains.

On peut défricher sans hésitation si le terrain s'enherbe de telle façon que chaque hectare nourrisse une bête à laine dont la toison atteigne au moins le poids de $2^{k},5$; si l'on y fait des agneaux gras ; si les brebis y acquièrent la valeur de 50 kil. de blé, si enfin les essais de défrichement semés en prairies artificielles produisent 3,700 kil. de foin.

Mais on se tromperait beaucoup si l'on pensait que l'absence de ces caractères exclut complétement la possibilité de défricher avec succès. Ainsi, 1° un pâturage trop chargé de moutons finit par donner très peu d'herbe, quoique ayant une fertilité très supérieure à son produit apparent. Dans ce cas,

les animaux arrachent les meilleures plantes, et les mangent jusqu'à la racine; ou bien, par une tonte trop répétée, ils produisent sur elles le même effet que le jardinier produirait par la taille pour rendre les arbrisseaux nains. Les mêmes gazons préservés de la dent des moutons reprennent peu à peu leur dimension première. Les propriétaires des pâturages des Alpes, qui en ont abusé longtemps en les couvrant d'un nombre excessif de moutons, ont fini par apprendre à leurs dépens la nécessité de mettre ces pâturages fatigués en réserve pendant quelques années, et d'éviter pour l'avenir une telle surcharge d'animaux. Les pâturages communs, ceux qui avoisinent les fermes, paraissent aussi dans cet état apparent de maigreur. Il y aurait donc égal danger, quand on délibère sur la mise en culture de pareilles terres, à se rebuter sur les apparences, ou à les défricher sur des présomptions trompeuses. Enfin, dans certains cas, le terrain ne produit aucune végétation spontanée par certains effets de la nature du sol et du climat. Nous avons des terrains paludiens calcaires qui ne fournissent jamais d'herbes, et qui sont de qualité supérieure, parce qu'ils sont frais et faciles à cultiver. Deux conditions peuvent nous déterminer à convertir les terrains incultes en terres arables :

1° S'ils offrent une matière facile à traiter, qui demande peu d'amendements, dont la culture ne soit pas coûteuse, et où l'on puisse réaliser avec avantage le prix des engrais que l'on y dépose ;

2° Si la richesse acquise du terrain permet d'y obtenir plusieurs récoltes qui compensent les frais d'exploitation et la perte que l'on aura à subir sur sa valeur quand on aura enlevé cette richesse.

Pour reconnaître si la première condition existe, on examine la profondeur du sol, afin de constater si elle est suffisante pour le maintenir exempt d'humidité et de sécheresse, on

en détermine la nature pour savoir s'il lui manque quelque élément important qu'il faudrait lui fournir à grands frais, tel que la chaux, ou s'il ne renferme pas une trop grande proportion des principes nuisibles à la végétation, tels que le sel; enfin on constate sa ténacité, qui a une si grande influence sur le prix des labours, et on calcule, d'après les faits reconnus, la valeur réelle du terrain, selon les principes que nous avons établis dans la septième partie de notre premier volume [1]. Nous ne conseillerons jamais le défrichement de terrains qui ne donneraient pas un produit net d'au moins 30 fr. par hectare. On peut en faire quelque chose de mieux que des terres labourables.

Si le terrain ne vaut pas la peine d'être défriché, et qu'on ne puisse y faire croître avec un peu de soin un pâturage abondant, on peut, dans le plus grand nombre de cas, le convertir à peu de frais en bois plus productif que la lande qui s'y trouvait. C'est la spéculation qui réussit le mieux dans les terrains pauvres, et la Sologne, le Maine sont aujourd'hui couverts de beaux bouquets d'arbres verts qui offrent de grandes ressources aux exploitations.

Quant à la seconde condition, la richesse acquise du sol, on la constate de plusieurs manières; si le sol est couvert de gazon par l'épaisseur du tissu de ses racines: si ce tissu descend à $0^{m}06$ au-dessous de la surface, on peut compter sur une grande fécondité pour plusieurs années, et d'autant plus grande que ces racines forment un réseau plus serré. Si le terrain n'est pas gazonné, mais qu'il paraisse bon et garni de terreau, on fera l'analyse de l'azote, et, s'il en contient 3 ou 4 dix milliémes de son poids, on pourra le regarder comme riche et devant donner de bons résultats par son défrichement.

Enfin tout terrain, de quelque nature qu'il soit, sur lequel

(1) *Voir* surtout les formules de la page 405 et suiv. de la 2e édit. de notre premier volume.

on peut amener des eaux d'irrigation, est par cela même propre à la culture, et ne peut être abandonné sans dommage à la vaine pâture et à la production des plantes spontanées.

Telles sont les donnécs sur lesquelles on peut baser la convenance d'un défrichement. Nous allons maintenant faire connaître les procédés à employer pour l'opérer et les frais qu'il exige. Ces frais sont, en effet, une déduction à faire sur le fonds capital du terrain.

Section II. — *Des différents modes de défrichement.*

Les défrichements peuvent se classer d'abord en deux grandes divisions, ceux qui n'emploient que des moyens mécaniques par lesquels on purge la terre des racines ligneuses, en enterrant et abandonnant à l'effet de la putréfaction les autres matières végétales; et ceux qui emploient le feu pour réduire ces matières en cendres, et mettre la partie de leurs éléments que l'on peut saisir par cette opération dans un état de solubilité tel qu'ils puissent entrer immédiatement en action pour l'alimentation des végétaux cultivés. En un mot, le défrichement sans écobuage ou avec écobuage:

Le défrichement sans écobuage doit être profond ou superficiel, selon qu'on veut cultiver des plantes arbustives ou à racines plongeantes, ou des plantes herbacées et à racines superficielles. Le défrichement est dit profond s'il dépasse $0^m,33$ de profondeur ; il est dit superficiel quand il n'atteint pas cette limite. Le défrichement avec écobuage est toujours superficiel, parce que les cendres qu'il produit seraient comme perdues, si elles étaient mêlées à une trop forte couche de terre. On distingue deux opérations dans le défrichement, savoir : le défrichement proprement dit, qui consiste à faire disparaître les végétaux ligneux et durs de la surface, et le défoncement

qui consiste à ameublir le terrain à une certaine profondeur.

La profondeur du défoncement n'est pas seulement réglée par la nature des végétaux qu'on veut y faire croître, mais aussi par celle du sous-sol. Sans doute la nature a donné à certains arbres une vigueur qui leur permet de traverser des couches durcies pour aller chercher l'humidité et les engrais à de grandes distances; mais quand ils les trouvent à proximité, leurs racines ne tardent pas à se ramifier et elles se maintiennent à la moindre distance possible de la surface du sol, dès qu'ils peuvent y obtenir les conditions nécessaires à leur nutrition.

Les plantations d'arbres et d'arbustes productifs n'ont un plein succès que dans un sol qui présente une profondeur de 0m,50 de terre sans humidité excessive, et dans lequel on peut enfoncer une canne sans efforts. Sans doute il y a quantité de vignes plantées sur des terrains qui n'ont pas cette profondeur, mais souvent aussi elles reposent sur des roches qui présentent un grand nombre de fentes dans lesquelles s'insinuent leurs racines, ou bien elles doivent à leur exposition et à la nature du terrain des qualités qui compensent l'abondance des produits qu'elles ne peuvent pas fournir.

Si le sol est profond et tellement peu serré qu'il n'oppose pas de résistance à la marche des racines, un défoncement même superficiel suffit pour les arbres; dans le cas contraire, il faut recourir au défoncement profond, et attaquer le sous-sol argileux ou rocailleux pour procurer aux plantes vivaces un cube de terre dans lequel elles puissent s'étendre, et un réservoir d'absorption suffisant pour les eaux pluviales et où elles trouvent la fraîcheur nécessaire à leur végétation.

Section III. — *Effondrement du sol.*

Si le défoncement doit avoir lieu sur des couches d'argile durcies, ou sur des matières pierreuses pour lesquelles on ne

puisse employer ni la charrue, ni la bêche, mais où l'on doive avoir recours à la pioche et à la pelle, il prend le nom d'effondrement. C'est au prix de l'effondrement qu'ont été acquises la plupart des terres de montagnes. Cette opération a cela de particulier qu'il faut réserver les terres de la surface pour les placer de nouveau à la surface, et laisser au fond les matériaux pierreux.

L'effondrement se pratique par tranchées d'un mètre de largeur. On creuse la première couche la moins dure à la pioche, on l'enlève à la pelle et on la jette sur la surface non encore remuée qui borde la première tranchée. On creuse ensuite au pic et on laisse la couche ainsi attaquée au fond de la tranchée, en jetant soigneusement au-dessus les plus grosses pierres, pour les enlever plus tard. On ouvre ensuite une nouvelle tranchée à côté de la première et ainsi de suite. Cette opération, faite à $0^{m},30$ de profondeur, coûte (le blé étant à $0^{f},27$ le kil.) 2,593 kil. de blé (500 fr. l'hectare); faite à $0^{m},50$, elle coute 4,074 kil. de blé (1,100 fr. l'hectare), dans les terrains des Alpes, où la couche inférieure est de terre compacte mêlée de pierres non adhérentes entre elles[1].

Avant d'entreprendre de pareils travaux, il sera toujours prudent d'en faire l'essai sur une certaine étendue pour se rendre bien compte des frais qu'ils entraînent.

SECTION IV. — *Défoncement profond.*

Si le terrain est tel qu'on puisse se servir de la bêche pour enlever les matériaux, ce n'est plus un effondrement mais un défoncement que l'on opère.

A. Supposons que l'on veuille défoncer la terre en allant du

(1) Farnaud, Amélioration des Hautes-Alpes; *Mémoires de la Société de la Seine*, tome XIV, page 317.

nord au sud. On divise la largeur du champ en un nombre de bandes égales au nombre d'ouvriers dont on dispose, mais ayant au plus 12 mètres de largeur. C'est le maximum d'écartement qui doit exister entre eux pour qu'ils puissent concerter leur marche et conserver leur alignement. Si le champ avait une largeur plus grande que le produit de 12 mètres multipliés par le nombre des ouvriers dont on dispose, on le diviserait en plusieurs parties ou bandes de premier ordre dont chacune serait cultivée quand l'autre serait achevée.

Si le travail se fait à la bêche, on place chaque ouvrier à l'extrémité gauche (ouest) de sa bande faisant face au nord. Ainsi disposés en rang, les ouvriers enlèvent une rangée de mottes à $0^{m},27$ de profondeur et les jettent devant eux. Arrivés à l'extrémité droite (est) de leur bande, ils font un à-droite, descendent dans la tranchée, et se trouvent ainsi en file faisant face à l'est et toujours à la distance de 12 mètres les uns des autres. Ils enlèvent alors une nouvelle motte de terre au fond de la tranchée qu'ils viennent d'ouvrir. Si l'on veut rapporter au-dessus la terre du fond, ils la jettent sur la rangée de mottes qu'ils avaient formée, et reculant toujours jusqu'à ce qu'ils rencontrent au bout de leur bande le travail de l'ouvrier placé à leur droite, ils achèvent la tâche de retourner à $0^{m},50$ de profondeur cette première tranchée. Faisant alors un nouvel à-gauche, ils se remettent en rang, remontent sur la surface du sol, et recommencent une seconde tranchée dont les mottes remplissent le vide de la première. Ils continuent ainsi jusqu'au bout du champ à creuser la terre à $0^{m},50$ de profondeur. Un pareil travail coûte, d'après nos propres observations, la valeur de 1,000 kil. de blé par hectare (5,000 mètres retournés à $0^{f},04$ le mètre; nos ouvriers du midi font ce travail en 135 journées, chaque ouvrier retourne 37 mètres par jour).

B. Le défoncement peut se faire d'un seul coup avec la

grande charrue, s'il devait être fait à 0m,50 de profondeur. Il est essentiel de ne pas prendre des tranches trop larges pour ne pas augmenter le tirage outre mesure. Nous ne donnons ici au soc que les $\frac{2}{3}$ de la profondeur du labour. Nous avons donc les proportions suivantes :

	mèt.
Coutre.	0,50
Soc.	0,33
Versoir.	0,100
Poids de la charrue. . . .	0,100 kil.

TRAVAIL DE LA CHARRUE.

La ténacité moyenne de la surface et du fond étant de 0m,036 pour une bêche dynamométrique du poids de 2k,75 et de 0m,15 de largeur.

	km.
Coutre. $\frac{2,75}{36} \times 500$ / 150	250,00
Soc. . $\frac{2,75}{36} \times 33$ / 150	165,00
Versoir (1000 × 330 × 500) × 1200 × *cos.* 31. .	14,14
Frottement : 19k,8 × 0,61.	12,07
Charrue pesant 100k + 19k,8 de charge; frottement.	79,19
	520,40

Ce qui exige le travail de 10 à 12 chevaux, selon leur force, et de trois conducteurs au moins, dont un est sans cesse occupé avec le pic à débarrasser la charrue des obstacles qu'elle pourrait rencontrer. L'expérience nous a prouvé qu'un tel attelage ne fait pas plus de 25 ares par jour. Un hectare coûtera donc 48 journées de cheval et 12 journées d'homme.

48 journées de cheval à 4k,14 de blé.	198k72
12 journées d'homme à 5k,75 de blé.	69,00
	267,72
Et ajoutant les frais de roulage et de hersage. . . .	347k72

C. Le même travail se fait plus rapidement en employant

deux charrues qui passent consécutivement dans la même raie; la première charrue doît être attelée de 4 chevaux et la seconde, construite sur les principes de celle de Bonnet, de 6 à 8 chevaux, on emploie un conducteur à la première charrue et deux à la seconde. On gagne beaucoup sur le temps nécessaire pour tourner la charrue au bout du sillon en employant un attelage moins nombreux; la force attelée de moins long est mieux utilisée. D'après les expériences faites, on a pu labourer avec les deux charrues 40 arcs, comme on le fait avec la charrue simple. Ainsi le défoncement d'un hectare aura coûté :

30 journées de cheval à 4k,14 de blé.	134k20
71 ½ journées d'homme à 5k 75 de blé.	43,12
	177,32
Et avec le roulage et hersage.	257k32

D. On fait aussi le travail du défoncement en alliant le travail de la charrue à celui des bras de l'homme. Ce mode usité surtout dans la vallée de la Garonne y prend le nom de *pelleversage*. Cette méthode doit être recommandée quand, le sous-sol étant de mauvaise qualité, on ne veut pas le ramener à la surface. Voici la manière de l'exécuter d'après M. de Villeneuve qui a beaucoup contribué à étendre cette pratique [1] :

« Sur un champ partagé selon sa longueur en seize parties égales, on établit un nombre égal d'ouvriers sur une seule ligne, chacun au commencement d'une des seize divisions. La charrue ouvre une large raie dans la direction de l'alignement de ces hommes, et à mesure qu'elle passe devant chaque ouvrier, il entre dans la raie et armé d'un bident, il creuse la terre de 0m,33 de profondeur et la laisse retomber au fond de la raie. L'attelage revient alors à l'autre bout, la charrue

(1) *Manuel d'agriculture*, 1819, page 136.

renversée et trace un second sillon à côté du premier, qui le comble; ce second sillon est *pelleversé* à son tour. » On défonce ainsi la terre à $0^m,43$ ou $0^m,48$ de profondeur. Il faut seize hommes pour suivre le travail d'une paire de bœufs; il en faudrait un plus grand nombre pour les chevaux, qui ont une allure plus vive.

On pourrait rendre le travail moins coûteux en mettant 32 hommes par charrue et en reprenant le labour au retour sur une piste en sens contraire, au lieu de faire le retour du sillon à vide.

Selon la méthode de M. de Villeneuve, on défonce, avec le travail de deux paires de bœufs qui se relèvent, 20 ares par jour. Nous aurons :

	Par 20 ares.
Travail de 4 bœufs, à $3^k,33$ de blé.	13^k32
Travail de 16 hommes, à $5^k,75$ de blé.	92,00
	105,32
Ou par hectare $526^k,60$ de blé, à quoi ajoutant 80^k pour roulage et hersage, nous aurons.	606^k60

Avec la modification conseillée on aurait :

	Par 40 ares.
Travail de 4 bœufs.	13^k32
Travail de 32 hommes.	188,00
Ou $503^k,30$ par hectare, et avec le roulage et le	201,32
hersage.	583^k30

Le pelleversage est donc un travail cher qui ne convient que dans les lieux où le travail des animaux est plus coûteux que celui des hommes.

On supplée à cette opération en faisant passer dans le fond de la raie ouverte par la charrue, une seconde charrue sans versoir (charrue sous-sol), qui laisse aussi au fond la terre qu'elle ameublit. On place quelquefois après le soc de cette charrue une petite herse à couteaux rapprochés et de la même largeur que le soc, elle brise et émiette la terre déjà sou-

levée par le soc. Nous avons alors pour cette opération la dépense suivante :

	kil.
Travail de la première charrue, à $0^m,16$ de profondeur, en terre de moyenne consistance.	80
Travail de la seconde charrue pénétrant à $0^m,16$. . . .	70
	150
Plus, roulage et hersage.	80
	230

SECTION V. — *Défoncement superficiel.*

Quand le défoncement ne doit pas atteindre $0^m,33$ il prend le nom de *superficiel.*

A. M. Rieffel, qui a défriché beaucoup de landes et peut être regardé comme une autorité en cette matière, fait pendant l'hiver un léger labour qui ne prend que le gazon, et le retourne pour soumettre ses racines à la décomposition. Après un grand nombre d'essais sur la profondeur qu'il fallait lui donner, depuis $0^m,03$ jusqu'à $0^m,25$, il lui a été démontré que le plus superficiel était le meilleur. Il le fait en général à $0^m,07$ de profondeur, par bandes larges et couchées à plat; il demande donc très peu de force. Le terrain reste un an en cet état. L'hiver suivant il fait un nouveau labour en travers du premier, à la profondeur de $0^m,16$, renversant les mottes à 45°. Au commencement de mai, par un temps sec, il herse vigoureusement avec une herse attelée de quatre bœufs, pour diviser la terre et le gazon. Bientôt après on donne un troisième labour qui exige peu de force, et qui pourrait être donné avec un scarificateur à la profondeur de $0^m,20$. On herse avant l'époque des semailles, et on fait un dernier labour sur lequel, dans les landes de Bretagne, on sème du sarrasin; ou bien on fait ce labour en hiver, et on sème au printemps les céréales de cette saison. D'autres fois, et au lieu d'at-

tendre le second hiver, on remplace le second labour par un travail fait au mois de septembre avec une herse tranchante, pour couper par morceaux les bandes retournées par la charrue ; on herse, on laboure et on sème la même année. Voici le calcul des frais de ces deux modes :

	Défrichement en deux années.	Défrichement en une seule année.
Préparation du champ pour enlever les pieds ligneux	7f	7f
Premier labour	25	25
Trancher les mottes à la main	25	40
Fort hersage	6	6
Labour simple	12	12
	75f	90f

Le prix moyen du blé étant de 22 fr. les 100 kilogr., la première somme représente 341 kilog., la seconde 409 kilog. de blé.

M. Rieffel paraît préférer la méthode la plus longue ; c'est aussi que son gazon renferme beaucoup de racines de bruyères et d'autres plantes ligneuses qu'il faut longtemps pour réduire en terreau ; c'est que le climat humide de la Bretagne entretient la vie dans les gazons, même après qu'ils ont été détachés. Mais, dans le plus grand nombre des cas, on effectue le défrichement en une seule année, soit en préparant la terre par une récolte de sarrasin ou d'avoine d'hiver (dans les pays méridionaux) dans les terrains pauvres, soit par celle des céréales d'hiver dans les terrains plus riches. Si le terreau est très abondant, et que l'on ait à traiter des terrains siliceux ou glaiseux, on ne pourra espérer une bonne récolte qu'en les chaulant ou les marnant, non-seulement pour leur fournir l'élément calcaire qui leur manque, mais encore pour neutraliser l'acide carbonique et le tannin dont ce sol abonde. Une marche plus lente a cependant ses avantages dans les terres nouvelles. On remarque, en effet, que ces guérets, qui n'ont pas encore éprouvé le contact de l'atmosphère, et qui sont

ensemencés tout de suite après le défrichement, donnent le plus souvent une récolte médiocre, et d'autant plus qu'on a fait un labour plus profond, à moins qu'on ait recours à l'écobuage. Une année entière d'exposition des couches inférieures à l'air les dispose à la production, soit parce qu'elles ont le temps de recevoir des pluies et des rosées le contingent de fertilité qu'elles leur apportent, soit que les éléments du sol aient été ainsi disposés à se séparer, à devenir solubles et à participer à la nutrition végétale, ce que l'écobuage opère avec rapidité.

Mais quand il s'agit du défrichement des prairies artificielles qui n'ont duré que peu d'années, et qui ont lieu sur de riches terrains, il faut se presser davantage, ces terres payant une rente élevée qui viendrait en aggravation des frais de défrichement; d'ailleurs les couches inférieures ont déjà subi à différentes reprises l'exposition à l'air. Dans ce cas, la marche à suivre est différente selon la nature du climat et celle de l'année. Si des pluies survenues à temps permettent d'ouvrir la terre avant la fin de l'été, on donne un fort labour; on roule, on herse, et on entretient la terre meuble et nette avec le scarificateur, de sorte qu'elle est prête à l'époque des semailles. L'exposition du guéret au soleil d'été, aux rosées et aux pluies d'orage de cette saison, a un effet si manifestement salutaire que nous voyons souvent nos agriculteurs du Midi ne pas craindre le défoncement de leurs prairies artificielles par un temps sec qui les oblige à doubler et tripler leurs attelages. A notre avis un meilleur calcul est celui de donner en été un fort léger labour, ou plutôt une scarification croisée à la prairie artificielle qu'on veut défricher, de le renouveler avant les semailles, et d'ensemencer en avoine d'hiver qui n'exige pas une terre aussi profondément fouillée que le froment. Traitée de la sorte, la luzerne repousse l'année suivante, et donne de la graine dont le prix équivaut quelquefois à la récolte d'avoine. Nous avons sous nos yeux l'exemple d'une

terre qui, depuis quinze ans, donne ainsi de l'avoine et de la graine de luzerne sans que le propriétaire ait cru devoir compléter le défrichement. D'autres fois on approfondit graduellement, et d'année en année, le défoncement, en semant en céréales chaque année, jusqu'à ce qu'il soit amené à la profondeur normale.

B. Dans les pays où la main-d'œuvre est à bas prix et le fourrage cher, dans ceux où la propriété est divisée, et où la faible contenance des parcelles ne permet pas l'emploi facile de la charrue, on fait le défrichement à bras par le moyen de la bêche ou de la houe. Si le terrain est homogène, on obtient ce travail à $0^m,27$ de profondeur pour 300 à 365 kil. de blé. Le travail à la pioche suppose l'existence de pierres et de cailloux mêlés au sol avec une ténacité qui le rapproche de la nature pierreuse. Les frais de ce travail s'élèvent quelquefois à 750 kilogr. de blé.

C. Quand le terrain est argileux et tenace, on trouve de l'avantage à le travailler pendant l'été, et quand la terre est dure. Voici comment on opère : on commence à creuser le long du bord du terrain une tranchée de $0^m,25$ de largeur, et de la profondeur que l'on veut donner au travail, soit $0^m,27$. Alors trois hommes rapprochés les uns des autres, et placés à l'extrémité gauche de la tranchée et lui faisant face, enfoncent chacun à $0^m,27$ de profondeur, et, à la distance de $0^m,25$ du bord de cette tranchée, un fort trident en fer dont ils sont armés; ensuite ils font levier tous à la fois, en pesant sur l'extrémité du manche de leur outil, et culbutent dans la tranchée une motte qui a $0^m,25$ de largeur, 2 mètres de longueur, $0^m,27$ de profondeur et 162 kil. de poids. Ils continuent ainsi en appuyant à droite, jusqu'à ce qu'ils aient comblé la première tranchée; ils travaillent ensuite de droite à gauche pour combler avec de nouvelles mottes la seconde tranchée qui a été ouverte par leur travail. Le champ, ainsi couvert de ces

énormes blocs, reste exposé à la pluie et à la gelée, et, à la fin de l'hiver, il s'ameublit facilement par l'effet du rouleau et de la herse. Trois ouvriers renversent ainsi dans leur journée 720 mottes, et préparent un hectare en 14 jours, c'est-à-dire en 42 journées de travail.

Les frais de ce travail seront donc de 42 × 5k,75 =	241k5 de blé.
Il faut y ajouter la dépense de roulage et de hersage, qui revient à.	80,0
Total. . . .	321k5

Humides, de pareils sols ne peuvent être travaillés ni à la bêche ni à la charrue; secs, ils défient les efforts des animaux, et ne peuvent être travaillés qu'à la main.

D. M. Rieffel décrit et recommande un autre procédé usité dans la presqu'île de Ruis (Morbihan) pour le défrichement des prairies, et qui a été appliqué avec succès par M. Lebel à celui des landes. Après avoir extirpé et brûlé sur place les landes et les bruyères, il consiste à diviser le terrain en planches de 1m,33 de largeur, séparées par un intervalle de 0m,33. Si l'on se propose de fumer, on répand l'engrais sur la planche sans donner au terrain aucune culture préalable; on sème les céréales sur l'engrais, puis, après avoir bêché la terre des intervalles, on recouvre la semence d'une épaisseur de 0m,6 à 0m,8 de terre bien ameublie, que l'on répand avec une pelle de bois. L'intervalle devient ainsi un fossé de 0m,24 à 0m,32 de profondeur. Les années suivantes on continue la même opération en changeant les intervalles de place; au bout de quatre ans, tout le terrain a été creusé à la profondeur voulue, et l'on peut cultiver les années suivantes à la charrue. M. Lebel estime à 20 fr. (91 kil. de froment) les frais d'un pareil défoncement.

M. Rieffel, considérant l'état d'épuisement où se trouve le sol des landes après quatre années de récoltes successives, voudrait élargir les intervalles et ne prendre que trois récoltes; mais

alors la profondeur du défoncement serait moindre, ou le blé se trouverait chargé de trop de terre. On conçoit que cette méthode ne peut être avantageuse que si l'on dispose en même temps de la quantité d'engrais nécessaire pour faire produire ces terres infertiles. Dans les terrains riches, la croissance des herbes spontanées sur le sol resté intact ne permettrait pas de l'adopter.

Section VI. — *Défrichement avec écobuage.*

L'opération de l'écobuage remonte jusqu'aux Celtes, et elle est encore la base de tous les défrichements périodiques des montagnes du centre de la France. Nous ne reviendrons pas ici sur ses effets, nous en avons parlé dans l'agrologie; nous rappellerons seulement qu'elle produit une superbe végétation sur des sols qui semblaient ne devoir rien produire, qu'elle les nettoie, et les purge de mauvaises herbes et d'insectes; que les altises, par exemple, disparaissent entièrement, et que l'on à pu cultiver par son moyen des navets et des colzas dans des lieux où cet insecte rendait ces cultures impossibles; qu'elle dispose les argiles à la séparation de leurs principes minéraux, et les sature des gaz des éléments organiques qu'elles contenaient; qu'elle les rend poreuses et susceptibles de retenir les gaz atmosphériques; enfin, qu'elle colore les sols blancs, et les rend plus aptes à s'échauffer par l'action des rayons solaires.

M. de Turbilly, l'auteur d'un remarquable Mémoire sur les défrichements, y décrit l'écobuage dans tous ses détails. Nous ne pouvons rien faire de mieux que de le suivre dans ses déductions[1]. On se sert, pour l'opérer, d'une houe un peu recourbée que l'on appelle *écobue* : « On choisit parmi les journaliers, dit il,

(1) *Pratique des défrichements*, p. 49, édit. de 1760, in-12.

le meilleur travailleur et le plus entendu pour mener la bande, car ils ne peuvent pas travailler de front comme avec la bêche. Ce travailleur, tenant son écobue entre les jambes et étant courbé pour s'en servir comme d'une tranche, en donnera d'abord, pour trancher la terre, un premier coup à droite, et ensuite un second coup devant lui, et finalement un troisième coup sur la gauche, par le moyen desquels il enlèvera un gazon d'environ 0m,50 de long, sur 0m,33 de largeur et 0m,11 d'épaisseur. Il le posera d'un seul temps avec le même outil sur sa droite, la terre en dessous. Toute l'herbe, la lande, la bruyère, les ajoncs et autres productions sauvages, point trop grosses, qui se trouvent sur ce terrain, partiront avec ce gazon auquel elles resteront attachées comme une espèce de perruque; plus il y en aura, mieux cela vaudra. Je viens de dire qu'il y fallait 0m,11 de terre; cela est absolument nécessaire, parce que si l'on pelait la terre moins épais, l'ouvrage serait manqué, attendu que l'écobue ne pénétrerait pas jusque sous la croûte des racines de ces productions sauvages qu'il est indispensable de détruire : elles repousseraient dans la suite, nuiraient au blé et l'étoufferaient tout à fait, ainsi que la chose m'est arrivée dans le commencement de mes entreprises.

« Le conducteur ayant coupé ce gazon, et l'ayant posé sur la droite, avancera un petit pas; il enlèvera un autre gazon de semblable grandeur et épaisseur qu'il posera aussi sur la droite, en avant du premier. Il ira toujours ainsi, droit devant lui, posant de même tous les gazons sur sa droite en ligne directe. Dès qu'il aura levé les deux premiers, le second ouvrier se placera un petit pas en arrière de lui et sur sa gauche, et, levant également les gazons, les posera de la même façon à sa droite, dans le terrain vide que le conducteur aura pelé. A mesure qu'il avancera, chaque ouvrier, un à un, se mettra de même sur la gauche des précédents, et fera une pareille opération. Ils se suivront tous ainsi en forme d'escalier, c'est-à-

dire comme des faucheurs. Quand ils arriveront au bout du terrain, où ils ne parviendront que successivement, l'un après l'autre, c'est-à-dire le conducteur le premier, ce même conducteur reprendra sa tâche à l'autre bout du terrain, à côté de l'endroit déjà pelé, et les autres iront le trouver à mesure pour le suivre et continuer la manœuvre, car il faut prendre cet ouvrage toujours du même sens, et non en allant et en revenant; on continuera ainsi jusqu'à ce que le terrain que l'on se propose de défricher soit pelé. »

L'auteur dit ensuite qu'on peut travailler à cette opération depuis le milieu de mars jusqu'à la Saint-Jean, c'est-à-dire pendant trois mois. « Plus tôt il ne ferait pas bon écobuer, parce que les gazons reprendraient; plus tard l'opération ne conviendrait plus, parce qu'ils courraient risque de ne pas se sécher. » Cette prescription est faite pour la province d'Anjou où opérait M. de Turbilly, mais on peut dire en général qu'il faut choisir pour l'écobuage le temps où les ouvriers sont le moins occupés, et la saison où la terre cesse d'être humide. En Provence nous avons fait des écobuages au printemps et en été. Continuons à suivre l'auteur dans ses descriptions :

« Il est essentiel, pour l'opération, que les gazons sèchent bien. Dans ce but, on les laisse dans la position où l'écobue les a mis. Quand la saison n'est pas trop humide, ils se trouvent d'ordinaire assez secs au bout de trois semaines (en beaucoup moins de temps dans le Midi), sans qu'il soit nécessaire de les remuer. Mais dans les années pluvieuses, ils sont plus de temps à sécher, on est même obligé de les tourner et retourner plusieurs fois de crainte qu'ils repoussent, comme j'en ai vu des exemples. On fait faire le retournement de ce gazon à peu de frais par les femmes et les enfants.

« Aux environs de la Saint-Jean, et plutôt quelques jours avant qu'après (quand les gazons sont secs, on peut faire l'opé-

ration en toute saison), par un beau temps, exempt de pluie, on prend un nombre suffisant de femmes et d'enfants, dont les uns avec des fourches de fer et les autres avec les mains retournent les gazons et en font, d'espace en espace, sur le terrain des tas ronds, d'environ 1 mètre à $1^{m},33$ de hauteur, de $1^{m},33$ à $1^{m},66$ de large (de diamètre), de la même forme que les fourneaux des charbonniers. On y place toujours les gazons, l'herbe et la bruyère en dessous et la terre en dessus. On laisse un peu de vide en dedans, où l'on forme une petite ouverture du côté où vient le vent. Si l'on appréhendait la pluie, il faudrait tout quitter pour cela, et tous devraient s'y employer, non-seulement les enfants et les femmes, mais même les hommes; rien ne presse davantage. Aussitôt que les tas sont faits, si le temps est assuré, le soir, avant de se retirer, on fait mettre le feu dans les trous des cheminées de ces tas par des enfants qui portent au bout d'une fourche de fer un peu de paille ou de bruyère enflammée. Le feu s'allume promptement au moyen de l'herbe, de la bruyère et des herbes sèches (si le gazon et les matières ligneuses étaient rares, il faudrait mettre quelques poignées de chaume et un petit fagot de bois dans le fourneau). En peu d'instants le feu devient si violent qu'on ne peut plus en approcher. On se retire alors après avoir pris des précautions pour que cet incendie ne gagne pas ailleurs, si c'est dans le voisinage de quelque bois, de quelque bruyère, haie, ou de quelque endroit où il puisse faire des dégats.

« On laisse brûler ces fourneaux jusqu'au lendemain matin, l'incendie n'est plus alors si violent, et on peut en approcher. On y envoie quelques journaliers, femmes et enfants, en petit nombre, avec des fourches de fer, pour l'attiser, c'est-à-dire pour remettre dessus les gazons qui sont tombés à droite et à gauche, dans les intervalles, pendant les premières ardeurs de l'incendie. Le feu dure encore quelques jours

dans ces fourneaux dont les gazons se consument et se calcinent insensiblement. S'il y en a quelques-uns situés dans des lieux trop humides et qui ne veuillent pas brûler, ces femmes et ces enfants les reconstruisent, en y mettant de la bruyère sèche, du chaume ou même un peu de bois sec, avec des gazons enflammés du voisinage pour les faire brûler comme les autres. Dès que le feu est éteint dans tous les fourneaux, à la place desquels on ne trouve plus que des monceaux de cendres plus ou moins gros, en proportion de la bonté du terrain, on envoie encore quelques femmes et quelques enfants, qui avec des pelles de bois, amoncèlent ces cendres en un tas pointu par le haut, de peur qu'elles s'éventent, si on les laissait éparses. L'humidité des nuits et la première pluie qui tombe ensuite sur ces cendres, y forme une croûte qui les empêche d'être emportées par le vent, les rend impénétrables aux impressions de l'air et empêche la dissipation des sels qu'elles contiennent. C'est pourquoi plus tôt il survient de la pluie après cette opération et mieux cela vaut; s'il en arrivait après que les fourneaux sont allumés, cela ne les empêcherait pas de brûler, à moins qu'elle ne fût d'une violence, d'une quantité et d'une durée extraordinaires. Les cendres étant ainsi amoncelées, il n'y a plus rien à faire sur ce terrain jusqu'à l'ensemencement. On veille seulement à ce que ni les hommes ni les bestiaux ne touchent à ces monceaux et n'en rompent la croûte. Le fonds sera désormais délivré généralement de toutes semences, plantes et productions sauvages, ainsi que de tous vermisseaux, insectes, reptiles ou bêtes vénimeuses; l'action des fourneaux étant si forte qu'elle échauffe non seulement la terre qui est dessous à plusieurs centimètres d'épaisseur, mais encore celle qui est entre les fourneaux.

« Quand le temps est venu d'ensemencer le défrichement (et il peut sans inconvénient être un peu plus tardif sur les terres écobuées), on amène par un temps calme et non venteux,

quelques femmes et quelques enfants, lesquels avec des pelles de bois répandent également la cendre sur la terre, mais sans en laisser dans les places où étaient les monceaux; ces places, étant recuites, n'en ont pas besoin, puisque ce sera toujours là que viendra le meilleur blé. Une partie de ces ouvriers apporte aussi des fourches en fer, pour briser et répandre les gazons non consumés qui peuvent se trouver sous les fourneaux. »

M. Rieffel ne reproche à ces *excellents détails de pratique* que l'immutabilité de la règle qui veut que la couche de terre enlevée ait $0^m,11$ de profondeur. Il pense qu'un tel travail exige une force musculaire et une adresse peu communes, et que l'entreprise se trouverait ainsi limitée dans son étendue par le nombre d'hommes capables de l'exécuter. Nous croyons avec lui qu'il faut s'arrêter à la profondeur indiquée par l'extrémité des racines du gazon. Si le terrain était nu et dépourvu de broussailles, de bruyères, ou d'une végétation un peu serrée, l'écobuage ne remplirait pas son but principal, il se confondrait alors avec le brûlement de l'argile du major Beatson, et on pourrait obtenir ces argiles brûlées à moins de frais qu'en pelant la surface du terrain [1].

M. de Turbilly payait $0^f,60$ la journée de ses écobueurs, la journée moyenne des hommes dans le pays était alors (1755) de $0^f,50$ pendant l'hiver. Il estime que l'opération complète de l'écobuage lui coûtait $63^f,55$ par hectare (30 livres par arpent d'Anjou de 4,724 mètres carrés). C'était donc la valeur de 105,9 journées. Le prix moyen du blé était en 1745 de $12^f,18$ selon Dupré de Saint-Maur, et supposant le poids du blé de 76 kil., nous trouvons que l'opération lui coûtait $5^{hec},22$ de blé ou $396^k,72$ de blé.

Ce travail fait à Grand-Jouan, à une moindre profondeur,

(1) Tome I, p. 510 de la 1re édit., 466 de la seconde.

avec des journées d'hiver de 0f,80 [1], le prix du blé en 1840 étant de 16f,50 [2], a coûté 90 fr. ou 113 journées l'hectare, ou 5h,45 de blé, pesant 414k,20.

Le même travail, exécuté par nous en Provence, nous a coûté 120 fr. l'hectare, les journées étant à 1f,75. Il a donc été fait en 70 journées; mais il a été fait pendant l'été et quand le terrain était très dur. Le blé était à 22 fr. l'hectolitre de 80 kil. pesant; nous avons donc aussi dépensé 5h,46, pesant 436k,8 de blé.

On ne pourrait rien conclure de ces différences sans avoir égard à la nature du travail qui n'a pas été identiquement le même dans tous les cas. Cependant on ne s'éloignerait pas de la vérité en évaluant les frais de l'écobuage ainsi qu'il suit, quand le terrain est *assaisonné*.

1° Couper le gazon et brûler.	420k de blé.
2° Répandre les cendres.	64
3° Un labour.	64
	548k

Si le terrain est simplement gazonné et ne renferme qu'une petite quantité de broussailles que l'on puisse facilement faire extirper à bras, on peut aussi exécuter l'opération du pelage du terrain avec la charrue. On enlève le versoir de l'instrument; les gazons restent à plat sur la terre après son passage : on donne 0m,25 de largeur au soc. M. de Villeneuve, qui recommande ce mode de travail dans son manuel, fait suivre la charrue attelée d'une seule bête, par une femme chargée de retourner les gazons détachés.

M. Malingié de la Charmoise (Loir-et-Cher), qui a aussi employé cette méthode, estime le travail de la manière suivante (le blé étant à 17 fr. l'hectolitre).

(1) Huit centimes l'heure. Voir *Agriculture de l'ouest*, t. Ier, p. 391.
(2) *Ibid.*, page 337.

Labour à la charrue Dombasle sans oreilles.	100k
Recouper, sécher et brûler le gazon ; étendre les cendres.	300
Second labour pour enfermer les cendres.	64
	465k1

On voit que la diminution des frais n'est pas très considérable et l'ouvrage est certainement mieux fait à la main.

Section VII. — *Comparaison des différents modes de défrichement.*

Commençons par présenter ici le tableau des frais de l'opération qui résultent de l'analyse que nous en avons faite dans les articles précédents.

		fr.
Effondrement des sols résistants à 0m,30 de profondeur.		1852k00
Effondrement des sols résistants à 0m,50 de profondeur.		4674,00
Défoncement profond de 0m,50 à la bêche ; sols ordinaires.		1000,00
Défoncement profond de 0m,50 à la grande charrue. . .		347,72
Défoncement profond de 0m,50 avec deux charrues. . .		257,32
Pelleversage à 0m,33 de profondeur.		583,30
Défoncement avec la charrue sous-sol à 0m,32.		230,00
Défoncement à la charrue à 0m,07	action en une seule année.	410,00
	action en deux ans.	341,00
Défoncement à bras à 0m,27	à la bêche.	365,00
	à la pioche.	736,00
	à la fourche dans les terrains argileux.	341.05
Défoncement successif du Morbihan.		91,00
Écobuage à bras.		548,00
Écobuage à la charrue.		464,00

Les défoncements profonds sont, selon nous, nécessaires à tous les sols qui ne reposent pas immédiatement sur un fond de roche dure ou sur des poudingues trop difficiles à pénétrer.

(1) *Le Cultivateur*, tome VIII, page 273.

Ce n'est qu'après avoir reçu cette façon que nous regardons un terrain comme ayant définitivement acquis toutes les qualités dont la culture mécanique peut le rendre susceptible. Peu importe que le sol soit peu profond et le sous-sol de mauvaise nature, puisqu'on peut toujours laisser ce sous-sol en place soit par le moyen du minage, soit par celui du pelleversage, soit enfin par celui du second labour sans versoir. Si le sol est profond ou le sous-sol de bonne qualité, il y a ordinairement de l'avantage, surtout dans les terrains d'alluvion, à ramener la terre du fond à la surface. Un défrichement accompagné de défoncement est donc une pratique que l'on ne saurait trop recommander quand la nature du sol et la culture que l'on veut y pratiquer permet de compter sur des produits abondants.

Le principal obstacle qui s'y oppose le plus souvent, c'est le manque de capitaux pour entreprendre l'opération, et nous n'hésitons pas à conseiller de le borner à un plus petit espace plutôt que de renoncer au bénéfice certain que présente pour le présent et l'avenir un défrichement bien exécuté.

Mais quand le sol est pauvre, et qu'il faut demander à l'étendue ce que l'on ne peut attendre de l'intensité du travail, alors on fait un défrichement superficiel, et il n'y a plus qu'à considérer si on doit ou non le faire précéder de l'écobuage. Si nous prêtons l'oreille aux détracteurs de cette méthode, nous savons qu'on lui reproche de dissiper en pure perte l'ammoniaque et le carbone du sol, de leur substituer des cendres qui ne contiennent plus que les éléments minéraux de la terre, éléments gaspillés en quelques récoltes, pour ne laisser après eux qu'un épuisement complet; tandis que le défrichement purement mécanique ménage toutes ces richesses et ne les emploie que dans une mesure proportionnée à leur réalisation par les débris des plantes, les engrais, et le bénéfice de l'atmosphère.

L'écobueur répond qu'après deux ou plusieurs récoltes obtenues sans engrais de la terre, il se trouve précisément dans la même position que son rival qui, sur le terrain pauvre des landes, n'a pu obtenir même la première récolte sans engrais, et qu'il a su forcer la terre à lui abandonner tout d'un coup son trésor, qu'elle ne dispense, à celui qui n'écobue pas, qu'à petites parties qui deviennent pour ainsi dire insaisissables; que la perpétuité de l'écobuage depuis les temps les plus anciens, dans un pays où il fait la base de la culture, prouve que les substances qu'il arrache à la terre peuvent fort bien s'y renouveler naturellement.

Ce qui a pu faire illusion sur les effets réels de l'écobuage, c'est qu'on se hâte de tirer du sol écobué plusieurs récoltes successives de grains, jusqu'à ce qu'il soit épuisé; mais la possibilité même de les obtenir prouve que cette opération est loin d'avoir dissipé en pure perte les sucs fertilisants du sol. Ce genre de traitement peut s'excuser quand on possède une quantité indéfinie de terrains propres à être ainsi défrichés. On les parcourt successivement, on en retire ce qu'ils peuvent donner, et on laisse au temps et à la nature le soin de leur restituer ce que l'on en a soustrait. Ceci est la véritable agriculture celtique.

Ainsi quand M. Rieffel dépense 129 francs à écobuer un hectare de terrain et à le préparer pour deux récoltes, l'une de seigle, et l'autre d'avoine, et qu'il en retire 328 fr., on conçoit qu'il peut être tenté de continuer de la sorte, puisqu'il obtient un bénéfice net; mais si l'on veut maintenir le champ en état de rapport, il faut y procéder autrement. En général nous avons éprouvé que la récolte qui réussit la mieux après l'écobuage était celle des pommes de terre, qui y sont d'une qualité supérieure et qui ne coûtent presque rien de sarclage; le blé en première récolte risque d'y verser. Mais si on le sème en seconde récolte avec du trèfle, on entre dans une série d'asso-

lements qui reproduisent les engrais nécessaires à soutenir la fécondité du sol.

Ce qui, au reste, fera souvent donner la préférence aux défrichements sans écobuage, c'est la facilité que l'on a de se servir de ses attelages, tandis qu'il faut payer les ouvriers écobueurs. Mais quant à l'engrais qu'on peut alors retirer des gazons, il est si tardif à entrer en action, que dans l'ouest on applique au sol le noir animal dès la premières année, tandis qu'on obtient immédiatement les résultats de l'écobuage sans addition d'engrais.

Quant aux bonnes terres gazonnées, aux prairies qu'on veut défricher, nous ne mettons pas en doute les excellents effets de l'écobuage, M. de Villeneuve a fait jusqu'à neuf récoltes considérables de blé sur un pareil défrichement. Voici le détail d'une de ses opérations, d'après laquelle on pourra juger du bénéfice obtenu, qui lui a coûté, savoir :

Écobuer, brûler et répandre les cendres.	185^l
Perte de foin pendant 5 ans (loyer de la terre).	372
Frais de labour pendant 5 ans.	143
	700^f

RECETTE.

1re année.	31^h	seigle,	à 16^f.	496^f00
2e —	20^h	blé,	à 21^f.	420,00
3e —	15^h,5	blé,	à 21^f	325,50
4e —	11^h,1	maïs,	à 16^f.	180,00
5e —	58^h,9	avoine,	à 8^f,50.	500,65
				1922,15

Bénéfice : 1222^f,15, ou par an 244^f au lieu de 74^f,40 que rendait le pré.

Un terrain qui, à la cinquième récolte, produit encore 58 hectolitres d'avoine est loin d'être épuisé, et l'on serait fort à temps d'y introduire les récoltes fourragères.

L'écobuage n'est pas praticable pour défricher les prairies

artificielles dont les racines sont plongeantes et qui ne gazonnent pas.

Les minages ou défoncements profonds à la pioche sont le propre des terrains de montagnes qui renferment des zônes de sous-sol impénétrables aux plantes; on en extrait par les minages les roches, les grosses pierres; on brise les couches du fond de la terre. Elles deviennent ainsi propres à recevoir les racines des arbrisseaux, de la vigne, par exemple, qui s'y enterrent à une profondeur suffisante pour être à l'abri des gelées, pendant l'hiver, et de manière à pouvoir rencontrer l'humidité qui s'échappe si facilement de la surface des terrains en pente, s'ils ne sont profondément ameublis.

CHAPITRE II.

Travaux périodiques.

Après avoir traité des travaux qui mettent pour la première fois une terre à la disposition de l'agriculteur, et qui sont les travaux de défrichement, nous devons parler des travaux qui doivent revenir au bout de certaines périodes de temps.

Ces travaux concernent d'abord l'amendement de la terre, c'est-à-dire le renouvellement des moyens que nous avons indiqués dans le premier volume pour lui donner toutes les qualités physiques désirables. Ainsi on régularise les fossés d'écoulements et les conduits souterrains qui sont destinés à délivrer le terrain des eaux, on les purge de limon. Les fossés ouverts doivent être nettoyés au moins tous les deux ou trois ans. Les tranchées couvertes doivent être visitées à fond dès que l'on s'aperçoit que leur émissaire cesse de couler après les pluies.

Les défoncements sont au nombre des opérations qu'il faut

répéter de temps en temps, et d'autant plus fréquemment que les particules du terrain étant plus fines, sont plus sujettes à se tasser et à former corps, et, qu'entraînées graduellement par les pluies, pressées par le poids des hommes, des animaux, des instruments, et aussi par la chute de la pluie et la pression de l'atmosphère, elles reviennent plus vite à cet état de dureté que leur avait enlevé le premier défoncement; et non-seulement alors les racines des plantes ne trouvent plus de facilité à s'y enfoncer, mais encore les eaux de pluie, ne pouvant pénétrer profondément, croupissent sur les couches peu perméables et restent dans la couche supérieure exposées à une prompte évaporation. « La terre bien labourée n'est exposée ni à une humidité excessive en hiver, ni aux sécheresses de l'été; mais conserve une fraîcheur approchant de la moyenne[1]. » Notre expérience, comme celle de Sinclair, nous prouve qu'une terre n'obtient son plus haut degré de production qu'autant qu'elle possède un sol ameubli d'au moins 0m,50 de profondeur. Celles qui le doivent à leur nature propre, quand il existe un sol épais, sans intermédiaire de couches durcies, comme les terrains siliceux, les sables, les limons meubles, les craies, les tourbes, n'exigent aucun travail de cette nature, et on ne les creuse profondément que pour y récolter les racines plongeantes ou pour ramener à la surface les couches fertiles des alluvions qui souvent sont recouvertes par des couches moins fertiles ou épuisées. Mais le défoncement est spécialement applicable aux terres tenaces, aux marnes, aux glaises, aux argiles, comme pratique habituelle et qui doit être répétée d'autant plus souvent que cette opération ne produit qu'un effet momentané.

Ainsi, une culture bien entendue exige un défoncement périodique pour un grand nombre de terrains, et ce défoncement

(1) Sir John Sinclair, tome II, page 7.

doit être d'autant plus souvent renouvelé, que ces terrains sont d'une nature plus tenace.

Si l'on examine la coupe d'un terrain précédemment défoncé, on s'aperçoit que l'effet de ces différentes causes est en raison inverse de la profondeur. Ainsi, la terre est plus tassée près de la surface, et au fond elle conserve plus longtemps son état d'ameublissement. Nous répétons le défoncement dès que nous cessons de pouvoir enfoncer avec la main, et sans grands efforts, à la profondeur à laquelle il a été fait originairement, une canne ferrée par le bout. En général, pour nos terres marneuses du Midi, cette nécessité revient tous les dix à douze ans. Il suffit donc de défoncer chaque année $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{12}$ des terres, ce que nous faisons à la profondeur de $0^m,45$ à $0^m,50$, excepté dans les terrains salants, où nous craignons de ramener à la surface des couches trop saturées de sel. Cette excellente pratique est très favorable à la végétation, et les terrains qui y sont régulièrement soumis se distinguent sans peine de leurs voisins non défoncés.

Un vaste territoire du département de Vaucluse a changé complétement de valeur par suite de cultures profondes réitérées tous les neuf ans, intervalle de temps qui marque le retour de la garance dans les terres assolées. Olivier de Serres portait ce terme de dix à douze ans, comme nous venons de le faire. Citons son opinion si respectable sur ce sujet.

« Pour l'ordinaire culture, dit-il [1], on ne profonde tant la terre qu'on en désengeance entièrement toutes sortes de malignes herbes, lesquelles pour peu de place qu'elles trouvent, se sauvent du soc, multipliant et s'engrossissant estrangement au champ, et ce à son grand préjudice, qui en estant chargé et ensalli, ne peut produire que des blés chétifs et langoureux. Pour ce à quoi remédier, cette supernuméraire œuvre a été

(1) Liv. II, chap. 2.

inventée, laquelle, on donne un labourage de dix en dix ans, de douze en douze, dont la terre se remue presque autant avant que si l'on plantait la vigne, meslant ensemble la terre de la superficie et celle du fond, et tout d'une main sortant du fond, toutes racines, herbes et pierres nuisibles, laisse le champ nettoyé à perfection. C'est à bras d'homme, et non par le travail des bêtes, que cela se fait, avec des pelles de bois garnies de fer par le bout, à tout lesquels la terre en fut ouverte d'un côté et fouillée à la profondeur requise, et renversée à lopins; lesquels cuits par le temps se brisent à plaisir; dont le fond reste ainsi par après très aisé à labourer et fort fertile avec, même à raison du meslinge (mélange) de terre vieille et nouvelle, lui donne nouvelle vigueur. Pourvu toutes fois qu'on ne profonde tant qu'en sorte la terre amère [1], ains convient d'y aller jusques-là retenu, selon la propriété des terrains. En lieu pierreux cela ne se peut faire avec la pelle ferrée, que l'on appelle en France besse (bêche), et en Languedoc luchet; ains, au lieu d'icelle on employe le hoyau (pioche) avec utilité, la rencontre des pierres ne l'empêche d'enfoncer à suffisance, et soit avec le luchet, soit avec le hoyau, ne faut perdre la peine de sortir la terre du profond à l'air avec la pelle commune; ains se doit-on contenter en desrompre le terroir en le meslingeant, comme a été dit, et à ce que commodément on puisse faire ce mesnage, qui n'est de petite dépense, le général du surcroît est reparti en dix ou douze parties égales, pour en gouverner ainsi une part chaque année, à ce que finalement tout le domaine demeure en superlatif degré de bonté, selon sa naturelle suffisance.

« C'est par ce moyen estant mise en évidence toute la force du terroir, aucune partie n'en demeurant en arrière comme auparavant, le fond est fructifié abondamment. S'il semble au

(1) Terres dépourvues de substances organiques. *Voir* sur les terres amères, tome I[er], page 332 de la 1[re] édit.; page 306 de la seconde.

père de famille cette rupture (défoncement) estre trop pénible, et se contenter du quart des fruits de la première année, le fera faire par autrui sans se mesler de rien ; comme on fait à Lauriol en Dauphiné et autres endroits de cette province. Condition tout bien compté trouvée raisonnable où l'abondance du blé sortant de cet atifice excédant le produit précédent du terroir, qui en étant accommodé pour plusieurs années, reste nettoyé de ses immondices et empeschements, comme a été dit, et ainsi pour néant et sans frais se trouvera l'avoir mis en bon état. »

En rappelant les autres avantages du défoncement, Olivier de Serres néglige de parler d'un des plus importants et que nous regardons comme la cause la plus réelle de l'amélioration du terrain, la fraîcheur qu'il y maintient, tant que le fond de la terre conserve son ameublissement.

On a objecté contre le défrichement l'impossibilité de fertiliser une couche aussi épaisse de terre. Ainsi, dit-on, pour donner une même quantité d'engrais à un cube double de terre, il faut supposer qu'on puisse lui incorporer une quantité double d'engrais. Nous ferons d'abord observer que nous ne conseillons le défoncement en ramenant la terre du fond à la surface que dans le cas où le fond lui-même ne serait pas composé de terre infertile ; en second lieu, que le défoncement n'ayant lieu qu'à des intervalles de temps éloignés l'un de l'autre et se faisant ordinairement à la fin d'un assolement, c'est-à-dire quand l'engrais formé à la surface est très près d'être épuisé, il ne sera pas question d'amalgamer à tout le le cube soulevé le nouvel engrais qu'on destine aux cultures subséquentes, mais seulement à la couche qui sera ultérieurement soulevée par les labours annuels, et qui se trouve à la surface. Il n'en est pas moins vrai qu'une portion du vieil engrais se trouve enterrée au fond du défoncement avec la couche qui de supérieure est devenue inférieure; qu'ainsi, à la longue, tout le cube du défoncement se trouve engraissé, mais aussi on

prépare par là, d'une manière certaine, le succès des récoltes à racines plongeantes, qui trouveront dans les couches inférieures des principes fécondants en même temps que l'humidité qu'elles vont y chercher.

Les autres travaux périodiques ont pour but de fournir aux plantes les substances fixes propres à leur nutrition, et principalement les éléments calcaires, le chaulage et le marnage. Nous en avons traité en détail dans le premier volume ; nous nous bornerons à dire ici que la répétition de ces opérations dépend de la dose de chaux qu'on emploie, de la qualité de la marne, et que le moindre indice du retour des plantes qui craignent la chaux, comme les oxalis, la petite oseille, la matricaire, etc., est un signe suffisant pour provoquer le renouvellement de l'opération.

CHAPITRE III.

Cultures annuelles.

Rien ne porte plus l'empreinte du manque d'expérience de la plupart des auteurs agronomiques que ce qu'ils ont écrit sur les labours. Ceux qui ont le mieux réfléchi sur les phénomènes de la végétation n'ont pas osé entreprendre de les ramener à des principes généraux, faute d'avoir suivi pas à pas et pendant longtemps les opérations du laboureur, et d'avoir observé leurs effets divers modifiés par les circonstances des saisons. Dans presque tous leurs livres nous trouvons érigée en règle la pratique agricole qui est suivie dans les lieux où ils ont été écrits. Pictet, dans son traité des assolements[1] est celui de tous qui nous paraît avoir le mieux compris les bases vé-

(1) Page 8 et suivantes.

ritables de la culture. Après avoir étudié les méthodes de labour usitées dans les différents climats, avoir cherché à nous rendre raison des différences qui caractérisent les diverses pratiques, nous allons essayer d'en tirer une théorie générale basée sur les faits et qui puisse s'appliquer à toutes les situations. Si nous n'y réussissons pas, il ne faut pas en conclure, comme on le fait trop généralement, qu'il est impossible de ramener les faits agricoles à des lois communes, mais seulement que notre synthèse n'a pas embrassé un assez grand nombre de ces faits et qu'elle a besoin d'être complétée.

Section Ire. — *But des cultures.*

La culture mécanique a quatre buts principaux : 1° exposer la plus grande surface possible de terre aux influences atmosphériques; 2° ameublir le terrain pour le rendre perméable aux racines des plantes; 3° procurer aux pluies un réservoir assez vaste pour que les racines ne soient pas tenues en macération, pour que l'évaporation du sol soit lente et que l'intérieur de la terre conserve toujours une dose suffisante d'humidité pour entretenir la végétation; 4° détruire les herbes sauvages, toutes celles qui ne font pas partie de la culture utile des champs.

Ce n'est pas par une seule œuvre qu'on peut atteindre ces différents buts. Supposons en effet que l'on pût faire un labour profond qui pulvérisât la terre d'un seul coup : il procurerait bien aux plantes le réservoir d'humidité et l'ameublissement, mais il n'exposerait pas à l'action de l'air la plus grande surface possible, car la terre ainsi pulvérisée s'affaisserait sur elle-même, ses particules se rejoindraient et l'on n'aurait toujours qu'un plan exposé à cette action. Un labour superficiel pourrait suffire pour détruire les plantes annuelles et ne suffirait pas pour déraciner plusieurs espèces vivaces; l'ameu-

blissement qu'il procurerait pénétrerait peu, il donnerait peu d'espace pour l'absorption des eaux pluviales. C'est de la combinaison seule de plusieurs œuvres, les unes profondes, les autres superficielles, que peut résulter la perfection de la culture mécanique.

SECTION II. — *Labour pour ouvrir la terre.*

Pour atteindre le premier but que nous nous sommes prescrit, celui d'exposer la terre aux influences atmosphériques, il faut s'empresser de l'ouvrir aussitôt que possible après avoir enlevé les récoltes qui couvrent le champ.

> Illa seges demum votis respondet avari
> Agricolæ, bis quæ solem, bis frigora sensit.

Sans demander, comme Virgile, une aussi longue exposition de la terre à l'air, nous pensons que si elle a reçu les atteintes du soleil d'été, des pluies d'orage et des rosées de cette saison, qu'ensuite elle soit pulvérisée par la gelée, elle aura reçu la préparation la plus favorable aux plantes qui y seront semées.

Quand même il serait possible de tenir la terre parfaitement nette de toute végétation sauvage entre deux récoltes, comme le proposait le major Beatson, nous croirions faire une économie mal entendue en évitant de renverser le sol. Mais selon que le terrain est plus ou moins tenace, l'exposition de la terre à l'air peut être plus ou moins complète, et dans tous les cas exige des moyens différents. Une terre tenace se soulève en longs prismes par l'action de la charrue, et ces prismes restent presque entiers après son passage. Une terre qui l'est peu, une terre sableuse, par exemple, se divise par l'effet de la torsion qu'elle éprouve sur le versoir, et retombe, en se divisant, en particules qui remplissent le vide du sillon précédent. Dans ce dernier cas, on change la surface exposée à l'air, mais on ne

l'augmente pas; dans le premier, au contraire, dans la terre d'une suffisante ténacité, il est possible, il est important d'accroître cette surface; mais, pour raisonner d'une manière générale. nous admettrons l'hypothèse que les prismes détachés par la charrue sont solides et ne se désagrégent pas, quoiqu'il n'en soit pas ainsi dans la nature : comme les particules de terre ne sont renversées que successivement par l'action du versoir, dans les terres même les plus légères, la tranche renversée ne se pose réellement pas à plat, mais conserve toujours sa forme prismatique, ce qui forme les sillons. Ainsi, soient les deux prismes successifs A et B (*fig.* 145), soulevés par la charrue. La surface exposée à l'air avant le labour, était seulement égale à ED; après le labour ce sera CE + ET + TG + GD, sans compter les espaces X situés à la base et dans lesquels l'air pénétrera.

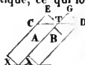


fig. 145.

Pour trouver la position dans laquelle ces prismes présentent la plus grande surface possible à l'air, il faut déterminer celle où la somme des deux côtés du triangle rectangle TG + GD est la plus grande possible par rapport à l'hypoténuse TD. Or il est facile de prouver que ce cas est celui où les prismes sont inclinés à 45°. Si la profondeur du labour est égale ou inférieure à sa largeur (*fig.* 146), il est clair que la tranche soulevée tombera à plat dans le sillon et le remplira, et que la surface mise à jour ne sera pas augmentée. Mais si la profondeur excède la largeur (*fig.* 147), la tranche rencontrera, avant d'avoir fait un quart de révolution entier, la tranche renversée précédemment, qui la soutiendra dans sa chute.


fig. 146.


fig. 147.



fig. 148.

Pour que le premier prisme soit arrêté dans la position de 45° par le bord du sillon, il faut que son côté AB (*fig.* 148), dans son mouvement de conversion, rencontre le côté CD opposé du sillon. Pour que

cela ait lieu, il faut donc que AB soit égal au moins à l'hypoténuse BC du triangle rectangle BCD, formé par le côté BD, qui représente la largeur du labour, et le côté CD, qui représente sa profondeur. Les angles B et C étant de 45° par l'hypothèse, nous aurons pour la valeur de AB=BC, la proportion suivante : sin.45° : BD : : sin.90 : BC'; et faisant BD=1, la valeur de AB serait de 1°,43. Ce résultat se rapproche beaucoup de l'indication de M. Gariot[1], qui indiquait comme le labour le plus parfait possible celui dont la largeur et la profondeur étaient dans le rapport de 6 : 9.

Telle n'est pas sans doute la pratique générale ; on ne voit que trop, au contraire, même dans les terrains tenaces, les labours plus larges que profonds. On expédie ainsi beaucoup d'ouvrage, et l'on ne manque pas de raisons pour justifier cette pratique. Burger, d'accord en cela avec Bailey, veut que la profondeur du labour soit à la largeur comme 5 : 7. Nous avons vu qu'alors on retournait complétement la tranche qui en pouvait être soutenue obliquement dans sa chute. Ces auteurs recommandent de labourer de $0^m,29$ de largeur et de $0^m,20$ de profondeur. Nous pensons que les labours d'ouverture doivent avoir $0^m,17$ de largeur, sur $0^m,25$ de profondeur, pour que la terre soit bien disposée à profiter des bénéfices des météores, et que la plupart des plantes y trouvent une couche ameublie suffisante pour l'extension de leurs racines, et un réservoir d'humidité qui fournisse à leurs besoins. Si nous admettions seulement la profondeur de $0^m,20$, la largeur du labour serait $0^m,133$, et le temps employé à labourer étant en raison inverse de sa largeur, comparé à celui de Bailey, il emploierait un temps représenté par la fraction $\frac{107}{133} = 1,28$, près d'un tiers en sus. Maintenant, il faudra porter au compte de l'auteur anglais les frais qu'il lui en coûtera pour briser et ameublir, au

(1) *Société de Lyon*, rapport sur la charrue.

printemps, des tranches qui étant retombées à plat n'auront pas subi l'effet des gelées comme celles que l'on aura soutenu dans une position presque verticale; la manière imparfaite dont on opérera cet ameublissement au moyen des rouleaux et des herses, comparée aux effets qu'aurait produits la nature. Ceux qui ont examiné de près ces résultats divers n'hésiteront pas à donner la préférence aux labours minces et profonds, malgré la considération que l'on n'aura labouré que 31 ares par jour au lieu de 40.

Ainsi, dans les terres tenaces, qui ne se désagrégent pas ou se brisent peu par l'action de la charrue, les meilleurs labours d'ouverture seront ceux qui auront environ la proportion indiquée plus haut. Dans les terres légères et friables la largeur pourra être égale ou plus grande que la profondeur, quant à l'objet spécial d'exposer le sol à l'impression de l'atmosphère.

Section III.— *Labour d'ameublissement du sol.*

Le premier labour contribue si puissamment à l'ameublissement du sol, qu'il est impossible de le considérer isolément sous le premier rapport de l'exposition de la terre à l'air, et qu'il faut bien aussi prendre en considération ses effets sous cet autre rapport. Le labour profond et peu large, déjà conseillé pour les terres tenaces, sera très efficace pour cet ameublissement, soit que la terre reste exposée aux effets des pluies et des gelées, soit que réduits à la nécessité de briser ses tranches par d'autres instruments, le rouleau, la herse, les scarificateurs, elle nous présente une grande masse de terre déjà détachée du fond et ébranlée par le mouvement de torsion qu'elle a éprouvé par l'effet du versoir. Quant aux terres légères, quel que soit leur peu de ténacité, on doit considérer qu'à la longue leur sous-sol se durcit, et que les racines qui parviennent à le percer, ont toujours à vaincre un certain ob-

stacle. La profondeur de leur labour doit donc être réglée principalement sur la nature des végétaux qu'on veut y cultiver. Les plantes à longues racines, comme la luzerne, etc., exigent un labour de 0m,30 de profondeur; les céréales maintiennent généralement leurs racines à une profondeur de 0m,20; un labour de 0m,25 sera pour elles une préparation suffisante.

Mais ce premier labour serait insuffisant pour ameublir la terre, si on ne l'aidait par des travaux subséquents; ceux-ci rempliront aussi le dernier but que nous devons nous proposer, celui de nettoyer la terre des herbes sauvages qui y croissent incessamment.

Si le terrain doit passer l'hiver avant d'être ensemencé, l'action des météores, opérant sur ses surfaces, tend à désagréger les particules de terre, à émousser les angles, enfin à le réduire graduellement à une surface presque plane, mais friable et facile à attaquer. On attend alors le retour du printemps et le moment de la germination des herbes adventives pour lui donner de nouvelles œuvres.

Si le labour doit être bientôt suivi de la semaille, on fait suivre la charrue par le rouleau, et celui-ci par la herse dans les terres fortes; la herse seule suffit dans les terres plus légères. Cette opération est importante; car les tranches étant saisies par la sécheresse, durciraient beaucoup, si elles n'étaient immédiatement brisées après le premier labour. Après le hersage on attend, comme dans le cas précédent, la germination des herbes adventives pour donner les façons suivantes.

Ces herbes différentes selon les climats peuvent pourtant se réduire à trois grandes classes : 1° les plantes vivaces à racines pivotantes; 2° les plantes vivaces à racines traçantes; 3° les plantes annuelles.

1° Les plantes vivaces à racines pivotantes sont ordinaire-

ment extirpées par les labours de défoncement, et s'il est renouvelé à propos, comme nous l'avons conseillé, elles ne reparaîtront pas en grand nombre. Quand les racines sont très profondes, elles ne peuvent quelquefois être enlevées que par une fouille faite à leur pied, telles sont par exemple les racines du palmier nain (*chamærops humilis*), qui sont le fléau des cultivateurs de l'Algérie, le tussilage dans les pays humides; le chardon hémorrhoïdal (*serratula arvensis*), qui se propage très abondamment par ses graines ailées, et que le voisinage de propriétaires moins soigneux suffit pour faire reparaître dans les champs les mieux tenus; il en est de même de la patience (*rumex*). Ces plantes doivent être arrachées à la main quand la terre est fraiche. Lors des hersages, il ne faut jamais manquer d'enlever du champ celles de ces racines que la herse a entraînées. L'échardonnage à la main est une opération de rigueur quand on veut avoir des champs bien nets. Les plantes dont les racines ne plongent pas au-dessous des labours ordinaires seront renversées par ce labour, et ne tarderont pas à périr, si on les laisse quelque temps exposées à l'air et que les labours d'ameublissement et de nettoyement précèdent toujours l'époque de leur fructification.

2° Les plantes à racines traçantes. Celles-ci sont le désespoir des agriculteurs qui ne prennent pas des moyens vigoureux pour les dompter. Les ononis, le chiendent (*triticum repens* et *paspolum dactylon*), la houlque molle (*holcus mollis*), l'avoine vivace (*avena fatua*), l'avoine à chapelets (*avena bulbosa* wild), et le roseau (*arundo phragmites*), sont en Europe, celles dont il est le plus difficile de se débarrasser.

Les ononis, comme les autres plantes ligneuses et nécessairement rares parce que leur dissémination est moins abondante, doivent être extirpés à la pioche. Quant aux chiendents, aux houlques, à l'avoine vivace, on ne peut les détruire qu'au moyen de labours d'été, faits dans les temps les plus secs de

l'année et qui exposent leurs racines à l'air. Ces labours doivent être peu profonds et répétés. On laisse seulement entre eux le temps nécessaire pour que la racine découverte ait pu se sécher. On termine par un labour plus profond, qu'on fait suivre d'une forte herse ou d'un scarificateur qui ramasse toutes ces racines que l'on a soin de brûler. Deux mois de travaux dans cette saison sèche sont ordinairement nécessaires pour en finir avec ces plantes quand elles se sont emparées du terrain. S'il s'agit du chiendent, le hersage doit précéder chaque labour intermédiaire et non le suivre, de crainte de recouvrir les racines qui auraient été mises précédemment à découvert. L'avoine à chapelets résiste plus que toutes les autres plantes, parce que sa racine formée d'une série de petits bulbes ne se dessèche pas aisément et que si quelques bulbes échappent, ce qui ne peut manquer d'arriver, elle se reproduit bientôt. Ce n'est donc souvent qu'après plusieurs années de travaux que l'on vient à bout de l'extirper, et quand elle commence à être moins abondante, pour en finir, on déracine à la pioche ce qui en reste. Les roseaux ne résistent guère dans un terrain sec; mais dans un terrain humide ils ne cèdent qu'à un défoncement complet.

3° Les plantes dont nous venons de parler ne se rencontrent que dans des terrains habituellement négligés; mais les semences de plantes annuelles, apportées par les vents, conservées dans l'intérieur des mottes qui n'auraient pas été brisées, ne tardent pas à couvrir le terrain, après les labours, si elles sont favorisées par une pluie douce et par une chaude température. Ce sont elles qui doivent être l'objet de l'attention particulière et soutenue du cultivateur.

Ces plantes sont nombreuses; mais parmi elles se distinguent les plantes à graines huileuses, les crucifères et les pavots, par l'épuisement qu'elles causent au sol. Elles ont cela de particulier, qu'elles germent avec facilité, qu'elles fleu-

rissent et grainent en peu de jours, et presque ras du sol si elles sont surprises par la chaleur, et qu'ainsi plusieurs générations de ces plantes peuvent se succéder en peu de temps, et laisser le champ infesté de leurs semences pour les années suivantes. Mises à découvert par la charrue dans un champ qui a une humidité superficielle, ces semences, par la promptitude de germination que nous venons de signaler, le recouvrent bientôt de leur végétation; elles constituent ainsi le phénomène qui, dans les pays méridionaux, où leur floraison est singulièrement hâtée par le climat, est connu sous le nom de *terre gâtée*. Nous devons nous arrêter un moment sur ses causes et sur ses effets.

SECTION IV. — *Terre gâtée.*

Columelle décrivait, il y a dix-huit cents ans, cet effet singulier qui se produit après les labours effectués dans certaines circonstances : « *Sed quandoque arabitur, observabimus ne* « *lutosus ager tractetur, neve exiguis nimbis semi-madidus,* « *quam terram rustici variam cariosamque appellant. Ea* « *est cum post longas siccitates levis pluvia superveniens* « *partem glebarum madefacit, inferiorem non attingit. Quæ* « *varia subacta sunt, triennio sterilitate afficiuntur.* » — « Mais, dans quelque temps qu'on laboure, qu'on ait soin de ne pas toucher au champ bourbeux, ni à celui que des pluies légères ont à demi humecté. C'est cette terre que les paysans appellent *varia* et *cariosa* ; c'est celle dont les petites pluies ont mouillé la surface sans pénétrer au fond. Quand ces terres sont retournées par la charrue, elles deviennent stériles pour trois ans. »

Longtemps auparavant Caton avait dit dans son style laconique : « *Terram cariosam caveto ne ares, neve plaustrum,* « *neve pecu in eam impellas. Si ictu non caveris, quo impuleris,*

« *triennio fructum amittes.* » — « Ne laboure pas la terre *cariosa*, n'y fais entrer ni les voitures ni les bestiaux. Si tu négliges ce précepte, tu seras privé de récolte pendant trois ans dans ce que tu auras touché. »

Cet effet, d'autant plus remarqué que le climat est plus méridional et plus sec en été, n'est cependant pas inconnu même dans la région des céréales. Il se reproduit comme les auteurs anciens l'ont annoncé, quoiqu'il soit difficile de fixer d'une manière aussi précise la durée du mal produit par un labour intempestif. Elle sera courte pour le bon cultivateur, tandis que la négligence et l'incurie pourront la prolonger beaucoup au delà du terme de trois années.

La terre gâtée se couvre rapidement d'une foule de mauvaises plantes très avides d'engrais, telles que les pavots, les camomilles, les crucifères. Plusieurs générations de ces plantes se succèdent même dans le courant de l'année, et les années qui suivent ces plantes se montrent encore jusqu'à ce que des labours actifs les aient fait disparaître. Mais alors l'épuisement de la terre est manifeste, et les céréales, qui y poussent bien en herbe, manquent de force pour monter en épis, soit à cause du voisinage de ces plantes épuisantes, soit à cause des pertes que le terrain a faites en nourrissant plusieurs de leurs générations.

Le mal se fait surtout sentir dans les terres légères, dont les particules sont naturellement détachées, et qui présentent ainsi une multitude de surfaces poreuses à l'action de l'air. On sait que la condensation de la vapeur d'eau et de l'oxygène dans les corps poreux, cause un grand dégagement de chaleur; c'est ce qui arrive, par exemple, avec l'éponge de platine. Maintenant, si l'on admet que les graines des crucifères et des pavots, dont la germination est si rapide, soient ramenées au contact de l'air par un labour fait dans une terre qui vient d'être légèrement humectée, la production de cette chaleur, unie à cette

humidité, développe ces germes et produit la végétation nuisible qui couvre si rapidement le champ. Il y a alors absorption des engrais naturels du sol par cette multitude de plantes.

Pour nous faire une idée de la consommation qu'elles en font, nous avons ensemencé très épais une planche de terre en pavots (*papaver rhœas*). Après leur fructification, et avant que les graines se fussent disséminées, nous avons cultivé la planche, et nous l'avons semé en froment, ainsi qu'une autre planche à côté de la première qui n'avait pas porté de pavots. L'année suivante le froment de la première n'a pu épier, tandis qu'il a été fort beau sur la seconde. Voilà le même effet que sur la terre gâtée, sans qu'on puisse l'attribuer à un vice de culture. Les deux planches ayant été ensuite bien cultivées et non fumées, furent semées de nouveau en froment; la planche qui avait été infectée eut des épis plus faibles que l'autre, mais qui vinrent à maturité; la troisième année, enfin, les planches, épuisées par ces récoltes successives, et resemées encore en blé, produisirent dans l'une et dans l'autre planche une chétive récolte, mais égale sur toutes les deux. On peut donc dire qu'à mesure qu'il y avait restitution des sucs de l'atmosphère, à mesure que de nouvelles particules de terre avaient pu céder, par leur décomposition, des éléments de nutrition que les pavots n'avaient pas absorbés, la terre se rétablissait d'elle-même, et semblait réparer la forte déperdition causée par l'abondance des pavots qu'elle avait portés, puisqu'elle était revenue à l'état d'égalité avec la terre qui n'avait pas été infestée de cette plante. Cet état d'épuisement n'est pas causé seulement par le pavot; tous les jardiniers savent que les terrains où poussent des semis très épais sont extrêmement fatigués, et ont besoin d'engrais pour se réparer.

On a cherché souvent à bien préciser les circonstances dans lesquelles la terre pouvait se gâter; mais on est loin d'y avoir

réussi. Pour se former des idées exactes à ce sujet, il faudrait supposer, non-seulement le labour au moment où le temps est chaud et humide et cette circonstance fatale si redoutée des cultivateurs, une petite pluie pénétrant peu profondément la terre échauffée; mais encore l'existence d'une suffisante quantité de mauvaises graines pour que leur levée pût amener l'épuisement, et cette abondance de germes étrangers ne se présente pas dans les terres soumises dès longtemps à une bonne culture. Aussi a-t-on échoué dans un grand nombre d'expériences tentées pour gâter un terrain en le labourant au moment précis où les paysans regardaient le résultat fâcheux comme infaillible. M. Rigaud de Lisle, en particulier, nous disait qu'il avait renouvelé bien des fois cette épreuve sans y avoir réussi, tandis que souvent il gâtait des terres sans le vouloir. M. Lambruschini a fait aussi des expériences dans le même but. En 1824, ayant fait tout ce qui était indiqué comme le plus propre à gâter un champ, l'ayant labouré au mois d'août, au moment où sa surface était brûlante et venait de recevoir une pluie de $0^{m},001$ qui laissait le terrain sec et chaud, puis, après une seconde pluie de $0^{m},016$, il le fit semer le 16 novembre, et obtint plus de grains de la partie qui avait été travaillée à contre-temps que de celle qui l'avait été en temps jugé opportun [1].

Toutes les fois que l'expérience aura été faite sur des champs bien propres, purgés depuis longtemps des mauvaises herbes, et par conséquent de la surabondance de leurs graines, l'expérience ne réussira pas; mais si le champ est jonché de mauvaises herbes, si la pluie est suffisante pour gonfler la graine, que par un labour on la ramène à la surface du sol, où elle reçoit un degré de chaleur propre à hâter sa végétation, elle germera en une nuit, et elle ne tardera pas à couvrir le champ et à produire les effets décrits.

(1) *Giornale agrario di Toscana*, 1828.

C'est aussi par la même cause que l'on gâte les champs en labourant ceux qui sont gelés. Lors du dégel la terre se pulvérise au dernier degré, et les graines renfermées dans les mottes étant à découvert, germent avec facilité dès que la température vient à s'élever.

En effet, ces petites graines demandent à être très peu couvertes pour germer; il leur faut le contact immédiat de l'air, et leur plantule est incapable de vaincre la moindre résistance et de percer la moindre croûte de terre dont elle serait recouverte, et elles peuvent rester indéfiniment sous une couche un peu épaisse de terre, et dans un état de vie latente, en conservant la faculté de germination. « La durée de temps pendant laquelle les graines se conservent dans cet état, dit Thaër (§ 570), est indéfinie, puisque lorsqu'on remet en labour un terrain qui était probablement demeuré inculte pendant des milliers d'années, et sur lequel on ne découvrait aucune plante de cette espèce, il s'en trouve couvert dans toutes ses parties. C'est ainsi que, dans les marais de l'Oder, il pousse quelquefois une quantité surprenante de moutarde (*sinapis arvensis*), lorsqu'ayant mis en culture un terrain qui, de tout temps, a été marais, on l'ameublit de manière qu'à la seconde année le gazon soit détruit et divisé. Cette semence ne peut avoir été amenée là que dans les temps les plus reculés, et après avoir été déposée par les eaux dans les limons qu'elles charriaient avec elles. Souvent aussi l'on a vu pousser de nouvelles herbes sur des terres de plus d'un mètre de profondeur, et même sur le sol d'anciennes forêts. On a trouvé sous un bâtiment, qui sûrement avait existé deux cents ans, une terre noire qui fut transportée avec des platras dans un jardin; bientôt il poussa à cette place une quantité de marguerites dorées (*chrysanthemum segetum*), quoique auparavant on n'y en eût jamais vu.

« Le nombre de ces petites semences qui peuvent exister dans le sol dépasse toute idée. Lorsqu'on a divisé soigneuse-

ment la terre, et qu'on l'a réduite en poudre, elle est bientôt couverte d'une masse épaisse de mauvaises herbes que le labour ne tarde pas à détruire complétement; les jeunes plantes ne pourraient pas y résister. Mais alors le terrain inférieur, ramené à la surface, se couvre bientôt d'une quantité de mauvaises herbes tout aussi grande que la première. J'ai vu cela se répéter jusqu'à six fois pendant un été, sans que je remarquasse de diminution dans cette pousse de mauvaises herbes et sans que l'espèce en fût détruite pour l'année suivante. On a renouvelé ces opérations jusqu'à la troisième année sans pouvoir débarrasser entièrement le terrain de la semence de la marguerite dorée. »

Cette dernière plante, en particulier, préoccupe tellement les agriculteurs allemands et s'empare de leurs champs avec une telle obstination qu'ils imposent aux fermiers une amende de 1 et 2 gros (0f,15 et 0f,30) pour chaque chrysanthème qu'ils y trouvent. Les raiforts sauvages (*raphanus raphanistrum*) la moutarde des champs, la folle-avoine, le bleuet, les camomilles, le pavot rouge, les nielles (*agrostema githago* et *nigella damascena*), les bromes durs (*secolinus arvensis*) dans la région céréale, auxquels il faut ajouter dans la contrée des oliviers la centaurée solsticiale, et la centaurée chausse-trape, la balsamite, le raygrass vivace, telles sont les plantes annuelles et bisannuelles contre lesquelles le cultivateur se débat le plus souvent et qu'une culture soignée finit par faire disparaître.

Nous devons dire cependant qu'on abrége la durée de la lutte en incendiant les champs immédiatement après la moisson. On détruit ainsi les graines des plantes venues à maturité et celles qui sont à la surface du sol. Cette méthode était connue et pratiquée des anciens et Virgile la recommande en ces termes :

Sæpe etiam steriles incendere profuit agros
Atque levem stipulam crepitantibus urere flammis.

Cet usage est encore suivi dans le Midi quand les chaumes sont accompagnés d'herbes dures et piquantes, telles que les centaurées qui rendraient difficile le pâturage des chaumes. Après cet incendie la surface de la terre devient beaucoup plus facile à entamer. Un écobuage complet est aussi une excellente préparation pour les terrains longtemps négligés et que l'on veut soumettre à une bonne culture.

SECTION V. — *Labours d'ameublissement et de nettoiement des terres (labours de sarclage).*

Quand la terre a reçu un labour d'ouverture, qu'elle a assez d'humidité pour disposer les semences à la germination et que la température moyenne des jours dépasse +6°, elle ne tarde pas à se couvrir de jeunes plantes, leur développement et leur tendance à la floraison se manifeste quand elle monte à +10° et +12°. La formation des boutons à fleurs est le moment précis qu'il faut choisir pour détruire cette végétation parasite. Ainsi quand le labour a eu lieu en automne ou en hiver, c'est au commencement d'avril pour le midi de la France, vers le milieu de ce mois pour le nord, qu'on doit donner le premier labour de sarclage. Ce labour peut se donner au moyen du scarificateur. Dans les pays où la culture est soignée, on fait parcourir le terrain par des femmes et des enfants, qui avec une houlette, enlèvent les plantes qui auraient échappé à cet instrument. Moins d'un mois après, le champ est de nouveau regarni de plantes et on donne un second labour; un troisième et un quatrième labour peuvent être nécessaires avant que la sécheresse de la saison ait enlevé aux plantes la faculté de germer; mais quand les pluies rendent à la terre son humidité, les herbes repoussent et avec elles revient la nécessité de renouveler l'opération. Enfin la température s'abaisse au-dessous de 10°, alors les herbes cessent de pulluler et on

peut avec sécurité commencer les semailles des céréales, genres vigoureux, qui exigent une chaleur moindre pour végéter et s'emparer du terrain. Il arrive souvent, quand les semailles précèdent cette époque météorologique, que les blés sont accompagnés d'une telle quantité de mauvaises herbes qu'elles s'emparent des sucs de la terre, devancent la céréale dans sa croissance et rendent sa récolte presque nulle, à moins que semée en ligne, il ne soit possible d'en cultiver les intervalles. Ce même phénomène arrive aussi quand, après l'arrivée de la température moyenne de $+10°$, elle ne continue pas à s'abaisser et que la saison devient relativement chaude. Nous avons vu des fermiers labourer au mois de novembre des champs semés depuis un mois et infestés de mauvaises herbes et les resemer aussitôt. Ils croient devoir ce sacrifice, qui souvent n'en est pas un, à la netteté future de leurs terres.

Ainsi pour être maintenue dans cet état de netteté, la terre ameublie a besoin d'un labour à peu près tous les mois pendant la période de l'année dont la température moyenne des journées s'élève au dessus de $+10°$.

Voici maintenant les moyens d'exécuter ces travaux : quand la saison des gelées est terminée, on choisit un moment où la terre est *assaisonnée* (ne s'attache pas aux instruments) pour donner un premier labour d'ameublissement, qui pulvérise les mottes à la surface et remédie au tassement que les pluies de l'hiver ont causé dans la couche labourée. Si les mottes sont encore dures et persistantes, on fait précéder le labour par le passage d'un rouleau. Le labour se fait ensuite avec un scarificateur qui pénètre à la profondeur du labour lui-même. En supposant qu'on donne à la terre qui est déjà ameublie une tenacité de $0^m,060$, ce travail, fait à la bêche dynamométrique, coûte 30 à 40 kil. de blé par hectare.

Quand la température s'est élevée et que les herbes commencent à garnir le sol, on commence les labours du sar-

clage qui ont lieu avec l'extirpateur. Il est employé deux à trois fois en avril, mai et juin dans nos climats. Puis vient la sécheresse et alors les plantes sauvages ne se montrent plus qu'en petit nombre, on reprend ensuite le scarificateur pour faire des labours d'ameublissement, et on conduit ainsi la terre jusqu'à l'époque des semailles. Tous ces travaux depuis le labour d'ouverture en automne, jusqu'à la semaille à la fin de l'été suivant, coûteront, dans une terre de ténacité moyenne :

Labour de 0m,25 de profondeur et 0m,17 de largeur; terre de la ténacité de 0m,50.		
Pour 31 ares : { 6 chevaux à 5f35. . . . . . . / 2 hommes à 5,75. . . . . . . }	44f68	8H.
Et pour un hectare.		144f0
Rouleau; pour 6 hectares, 2 chevaux et 1 conducteur.	16,81	
Et pour un hectare.		2,8
Scarification à 0m,15 de profondeur; ténacité de 0m,70.		
Pour 186 ares, 6 chevaux et 2 conducteurs. . . .	44,68	
Et pour un hectare.		24,0
Un coup d'extirpateur, 6 chevaux et 2 conducteurs.	34,00	
Pour un hectare.	18,00	
Et pour trois coups d'extirpateur.		54,0
Labour pour enterrer le fumier et préparer les semailles, à 0m,16 de profondeur; ténacité, 0m,060.		
Pour 40 ares : { 2 chevaux, 10f70. . . . . / 1 conducteur, 16,75. . . . . }	16,45	
Et pour un hectare.		41,1
En supposant que la terre ait 100 kil. d'azote de vieux engrais, et qu'il faille en ajouter 180 kil. résultant de 45000 kil. de fumier de ferme, le prix de ce transport étant par tombereau ou voiture de 0f,0322 par 100 kil., sera pour 450quint. de 14 fr. 49 c., valant (le blé à 22 fr. les 100 kil.).		65,9
Étendre le fumier : 4 journées d'hommes.		23,0
		354,9

Le froment étant à 22 fr les 100 kil., c'est une somme de 78 fr. 07 c. que coûtera cette préparation; s'il était à 27 fr., elle coûterait 95 fr. 82 c.

Tels sont les frais qu'entraîne une agriculture bien conduite, où la puissance de la terre, pour parler le langage de Woght est portée au niveau de sa fertilité. Dans les pays arriérés où la jachère règne encore et où l'on cherche le profit non dans l'accroissement des produits, mais dans la réduction des dépenses, la culture se fait de la manière suivante :

Labour de 0m,16 de profondeur sur 0m,25 de largeur.		
Pour 40 ares : 4 chevaux, 2 conducteurs.	33k62	
Pour un hectare.		84k0
Rouleau		2,8
Hersage double.		30,0
Deuxième labour au printemps après la pousse des herbes.		
Pour 40 ares : 2 chevaux, 1 conducteur.	16,45	
Pour un hectare.		41,1
Troisième labour pour enterrer le fumier. . .		41,1
Charroi de 30,000 kil. de fumier à 500 mètres de distance.		43,5
Étendre le fumier, 3 journées d'hommes.		17,2
		259k7

Ou 57 fr. 53 c., le blé étant à 22 fr., et 70 fr. 11 c., le blé étant à 27 fr. les 100 kilogr.

Quand on ne fume pas, la dépense est réduite à 169k,8 de blé, c'est-à-dire à 37f,35, le blé étant à 22 fr.; et à 45f,84 le blé étant à 27 fr. les 100 kil. Tous ces calculs sont faits pour des terres de moyenne ténacité.

On a donné le nom de *jachère* à l'état d'une terre qui, après avoir porté une récolte, reste un an avant d'en porter une nouvelle; pendant cette année elle *se repose, jacet*. Alors le premier labour, labour d'ouverture, a lieu en automne, pour préparer la terre au moyen des gelées et des pluies d'hiver, ou seulement au printemps en abandonnant le terrain à la pâture pendant l'hiver. Ensuite les cultures de sarclage ont lieu pour le maintenir net et meuble. Si au printemps on

sème dans ce terrain des plantes rangées en lignes entre lesquelles les outils de l'agriculture puissent passer, cette culture prend le nom de *récolte jachère.* Mais si l'on sème alors des plantes sans intervalle entre elles, comme par exemple les blés et avoines de mars, on a ce qu'on appelle une *demi-jachère;* la terre n'ayant été exposée que pendant l'hiver et souvent bien tard à l'effet des météores. La jachère est supprimée et la culture est dite *continue*, si après la récolte d'été, on sème des plantes qui se récoltent en automne et qu'on leur fasse succéder d'autres plantes au printemps suivant, ou encore si la récolte d'été est suivie d'une prairie pérenne ou d'un pâturage.

La jachère complète, ou au moins les récoltes jachères sont nécessaires à tous les terrains, et il faut y revenir souvent si l'on ne veut pas les voir se souiller de mauvaises herbes. Quand la récolte jachère est bien conduite, elle est l'équivalent de la jachère complète pour l'ameublissement et le nettoiement du sol, seulement elle enlève à la terre une partie de ses sucs nutritifs qu'il faut lui restituer par les engrais.

La demi-jachère ne peut être tolérée qu'à la condition qu'on labourera au commencement de l'automne, et que la terre exposée à l'air pendant l'hiver sera semée de bonne heure au printemps d'une nature de plantes, céréales ou autres, assez vigoureuse pour que les mauvaises herbes soient étouffées. C'est la demi-jachère, si usitée dans la région céréale, qui contribue à entretenir les terres dans cet état effrayant de saleté qu'on y remarque, parce que l'avoine qu'on y sème souvent ne pousse pas assez vigoureusement. Sous ce rapport, la vesce-fourrage est bien préférable aux céréales. Le mal augmente encore quand les terres ne sont ouvertes qu'au moment où elles doivent être semées, à la fin de l'hiver; car alors les herbes sauvages venues sur les chaumes ont le temps de disséminer leurs semences, et celles-ci poussent en même

temps que les semis dans le moment le plus favorable pour la végétation.

Quoi qu'il en soit, toute terre bien conduite doit être laissée sans culture aussi peu de temps que possible ; d'abord parce qu'étant tassée, elle présente peu de surface à l'action des météores, ensuite parce qu'il pousse alors une végétation adultère qui y perpétue les germes des plantes sauvages. Après une récolte, elle doit être ouverte aussitôt que le terrain est *assaisonné ;* et d'ailleurs elle doit recevoir, jusqu'à l'époque des semailles, des labours de sarclage et d'ameublis sement aussi fréquents que l'exigent la crue de la végétation spontanée et le tassement du terrain.

SECTION VI.— *Influence des saisons sur les labours.*

Nous avons défini dans notre premier volume [1] ce que nous entendions par *terre fraîche ;* c'est celle qui retient habituellement à $0^m,33$ de profondeur, même dans les temps de sécheresse, au moins 0,15 de son poids d'eau, et qui, deux ou trois jours après les pluies, n'en garde pas plus de 0,23. C'est dans cet état que les terres peuvent se labourer en tout temps, sauf dans les jours qui succèdent immédiatement aux grandes pluies, sans occasionner, pour les labours d'ouverture, une résistance trop forte aux instruments ; c'est alors qu'elles ne forment pas pâte, ne s'attachent pas aux socs, aux coutres, et ne font pas de mottes difficiles à briser.

Toutes les terres, même les plus sèches et le plus sujettes à l'humidité (si elles ne sont pas à l'état de marécage), se trouvent un certain nombre de jours de l'année dans cet état moyen favorable à la culture. On dit alors que la terre est *assaisonnée.* Chaque terrain en particulier, soit à raison de sa nature

(1) Page 107, 1re édit. ; page 151, 2e édit.

et de la profondeur de son sol, soit à raison de sa position topographique dans le même climat et dans la même saison, a un plus ou moins grand nombre de jours où il se trouve dans cet état. Mais en laissant à chacun faire la part de ces circonstances particulières, nous avons vu [1] que l'état de l'atmosphère qui entretiendrait la terre dans cet état moyen d'humidité, serait celui où l'évaporation serait moindre de deux fois la quantité de pluie tombée. Il faut ajouter que le terrain devient sec quand, pendant un mois entier, l'évaporation est quatre fois plus grande que la quantité de pluie. Ainsi, à Paris, les mois où l'humidité est trop grande pour qu'on puisse faire les labours dans les terrains glaiseux et argileux, sont janvier, février, novembre et décembre; les mois où la terre est trop sèche pour qu'il soit possible de cultiver les mêmes terrains sont juin, juillet, août et septembre; ceux où la terre est favorablement disposée sont mars, avril, mai et octobre.

A Orange, les mois où la terre est trop humide sont janvier et février; ceux où elle est trop sèche, juin, juillet, août et vingt jours de septembre; ceux où elle est assaisonnée, sont mars, avril, mai, dix jours de septembre, octobre, novembre et décembre.

Sous le climat de Stockholm, la fin de mai et le mois de juin sont les seuls qui présentent une terre assaisonnée. La culture des terres argileuses doit y être difficile, et probablement on doit les convertir en prairies.

Les terrains sablonneux et siliceux peuvent être cultivés toute l'année, excepté les jours de gelée et ceux qui suivent immédiatement la pluie, si d'ailleurs le sol est suffisamment profond.

Telle est la première vue que nous présente la connaissance

(1) Tome II, page 152.

générale des terrains ; mais l'agriculteur saura connaître pour chaque instant donné l'état de la terre, et distinguer celui que nous avons appelé son *assaisonnement*. La terre est trop sèche, et présente trop de dureté si la pression du bras ne suffit pas pour faire pénétrer la bèche à 0m,27 de profondeur, et s'il faut y ajouter le poids du corps ou opérer même des chocs pour obtenir cet effet ; la terre est trop humide si elle s'attache aux instruments dans les terrains argileux et dans les glaises sablonneuses et les marnes, si la motte lancée avec force contre terre, après avoir été soulevée, ne se brise pas en menus morceaux, mais continue à faire un corps pâteux.

C'est dans la meilleure distribution des travaux, entre les saisons où la terre présente le plus fréquemment ces caractères, que consiste une partie importante de l'art de l'administration dont nous traiterons dans la dernière partie de cet ouvrage.

Section VII. — *Forme du labour* [1].



fig. 149.

Labourer *à plat* dans toute la rigueur du mot, c'est remplir avec la tranche soulevée par le second trait de charrue le sillon ouvert par le premier. Ainsi, la charrue versant à droite pour le premier trait (*fig.* 149), il faudra que, revenant sur ses pas sans travailler, elle retourne à son point de départ pour faire le second trait, qui versera encore à droite pour remplir le premier sillon, et ainsi de suite. On épargne ces retours à vide en employant les charrues tourne-oreilles, que nous avons décrites dans la mécanique, et qui versent à volonté à droite ou à gau-

(1) Dans cet article et dans ceux qui suivent, chaque trait indique une raie de labour ; la flèche qui l'accompagne, la direction du labour, et l'arc de cercle placé à l'extrémité ou se termine la raie montre le côté où le versoir a rejeté la terre. Ainsi la raie *ab* (*fig.* 150) a commencé en *a* et a fini en *b* ; le versoir a renversé la terre de *b* en *c*.

fig. 150.

che. Ainsi, parvenu au bout du premier trait (*fig.* 151) qui versait à droite, on modifie la charrue, comme il a été indiqué pour qu'elle verse à gauche, et alors le second trait remplira le sillon ouvert par le premier.


fig. 151.

L'embarras de semblables machines, qui s'éloignent toujours de la perfection que peut atteindre un instrument combiné pour une direction donnée, a fait préférer d'autres moyens d'obtenir, une horizontalité du labour, sinon parfaite au moins si approximative, et dont il est si facile de corriger les imperfections, qu'ils deviennent préférables aux moyens compliqués fournis par la mécanique. Dès lors, on a réservé les charrues tourne-oreilles uniquement aux terrains inclinés, où, à cause de la difficulté de soulever la terre en contre-sens de la pente, on verse les tranches toujours du même côté.

En général, quand il est question de labourer des terrains horizontaux et peu inclinés, on se sert de la charrue à un seul versoir versant à droite. Supposons que nous voulions labourer un champ avec cet instrument, il est évident que le second trait de charrue (*fig.* 152) accolé au premier versera la terre à la même place que le premier, et qu'il y aura là une saillie formée par l'accumulation de ces deux tranches. Mais si ensuite on continue à labourer le champ alternativement, à droite et à gauche de ces premiers traits, de manière que les traits impairs qui versent dans le même sens se trouvent tous à la gauche du premier, et les traits pairs à la droite du second, chacun des sillons se trouvera rempli par la tranche du trait suivant. On pourrait continuer ainsi jusqu'au bout du champ, et il se trouverait labouré parfaitement à plat, si ce n'est la saillie causée par les deux premières raies, saillie qu'il serait très facile d'effacer par le hersage, et deux sillons vides qui se trouveraient aux extrémités.

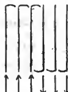


fig. 152.

Mais le moyen le plus efficace de niveler le champ consiste à faire succéder à un labour, allant du milieu aux bords du champ, un autre labour allant des bords au centre. Commençant le labour à droite du champ et rejetant la terre à droite, on passe ensuite pour le second trait à la gauche du champ (*fig.* 153), et on rejette la tranche à gauche; le troisième trait fait à gauche du premier remplit son sillon; le quatrième à gauche du deuxième fait le même effet à l'égard de ce dernier, et enfin les septième et huitième laissent entre eux un sillon vide à la place où se trouvait la saillie, qui se trouve ainsi effacée, de même que le vide, que le labour précédent avait fait aux deux extrémités du champ, se trouvera comblé par les tranches soulevées par le premier et le deuxième trait. C'est ainsi qu'alternant la façon des labours d'année en année, on maintient le champ en un plan parfait.

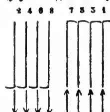


fig. 153.

Le plus grand inconvénient d'un pareil mode de travail, c'est l'immense perte de temps qu'il occasionne pour aller d'un bout du champ à l'autre. Supposons, par exemple, qu'il soit susceptible de recevoir huit traits de charrue.

Pour aller du 1er au 2e trait, la charrue parcourra la largeur de	7 sillons.
du 2e au 3e.	6
du 3e au 4e.	5
du 4e au 5e.	4
du 5e au 6e.	3
du 6e au 7e.	2
du 7e au 8e.	1
Total.	28

Ce total est le même si l'on commence au centre pour aller aux extrémités; il faudrait seulement renverser les nombres qui indiquent le trajet à faire. Si le champ était très large, cette perte serait considérable.

Mais si, au lieu de travailler tout le champ par un labour continu, on le divisait en deux planches de quatre traits chacune (*fig.* 154), nous aurions

POUR LA PREMIÈRE PLANCHE.

Du 1er au 2e trait.	1
Du 2e au 3e.	2
Du 3e au 4e.	3
Pour passer du n° 4 de la 1re planche au n° 1er de la 2e.	6

POUR LA DEUXIÈME PLANCHE.

Du n° 1 au n° 2.	1
Du n° 2 au n° 3.	2
Du n° 3 au n° 4.	3
Total.	20 sillons.

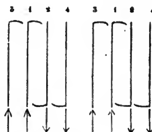


fig 154.

Il y a donc économie de temps manifeste à faire de petites planches, et cette économie est d'autant plus grande qu'il y a plus de différence entre le nombre de traits de la petite et de la grande planche. On a de plus l'avantage de donner au champ un certain bombement favorable à l'écoulement des eaux, puisque le centre de chaque planche est relevé par l'accumulation de deux tranches et que ses bords sont creusés par la rencontre de deux sillons vides dont la tranche a été rejetée en sens contraire.

On donne le nom de *billons* aux planches composées d'un

petit nombre de traits de charrues (de 2 à 10 traits); au delà de ce nombre on les désigne seulement sous le nom de *planches.*

Ainsi quand on veut labourer à planches, on divise le champ en autant de parties que sa largeur contient de fois la largeur de la planche. On laboure successivement ces planches, si l'on n'a qu'une seule charrue; ou si l'on travaille avec plusieurs charrues, chacune d'elles prend en partage un certain nombre de planches contiguës. En Belgique, les planches ont jusqu'à 20 mètres de largeur, et sont par conséquent composées de 100 traits de charrue de 0m,20, largeur qui est en général celle du soc de ce pays; dans la France méridionale on fait les planches composées de 15 traits de charrue; M. Mathieu de Dombasle faisait ses planches de 4 mètres, parce qu'il voulait y placer quatre lignes de pommes de terre, de maïs, de féverolles qui s'espaçaient à 0m,80 les unes des autres, et qu'il restait alors 0m,40 pour la rigole intermédiaire des planches [1].

Ces rigoles extérieures aux planches ne dispensent pas d'ailleurs de tracer avec le buttoir des sillons transversaux dans la direction de la plus grande pente du champ et à travers des planches, si cela est nécessaire, et de les creuser ensuite avec la bêche. Les rigoles des planches viennent y verser leurs eaux et ces sillons profonds les conduisent hors du champ.

Ce que nous venons de dire suffit pour donner une idée de la manière de cultiver à plat, en planches et en billons, notre but n'a pas été de donner ici un manuel de ces opérations. Les Belges qui sont les premiers laboureurs de la terre et chez qui l'on trouve tous ces différents modes de traiter les champs, donnent à la formation des billons, à leur disposition, à la manière d'y distribuer les fumiers, à celle de les rompre et de les renouveler des soins dont il faut lire le détail dans l'excellente

(1) *Annales de Roville*, tome III, page 129.

Introduction à la connaissance de l'agriculture belge de Schwertz. Cet ouvrage n'a pas été traduit en français, mais on trouvera tout ce qui regarde le sujet dont nous nous occupons dans le XIV volume (agriculture) de la bibliothèque britannique de Genève (année 1809).

Section VIII.— *Utilité et convenance des labours à plat ou en billons.*

La culture en billons bombés plus ou moins larges, règne dans une grande partie de l'Europe. On la trouve au midi, en Italie et en Espagne; au centre, en France et en Belgique; au nord, en Allemagne, en Pologne, etc. Partout elle semble avoir été apportée par tradition et ne pas être le produit des nécessités du climat puisqu'elle se montre dans des positions si différemment influencées par les météores, et dans des pays où la culture est arriérée, comme dans ceux où elle est portée à son plus haut point de perfection. Mais au milieu de ces vastes contrées où règne la culture en billons, il s'en trouve d'autres non moins étendues où les terres sont labourées à plat ou en planches larges. Tout l'est de la France, le midi de l'Italie, une partie de l'Allemagne orientale, la Sicile, l'Egypte, l'Algérie ne connaissent pas les billons étroits; et dans cette région comme dans celles où les billons sont usités, quelle que soit la position horizontale, inclinée, sèche, humide des champs, le même mode de culture est exclusivement adopté. Mais si le labour à plat et le système des billons sont plus avantageux l'un que l'autre selon les circonstances, n'est-il pas évident que la routine qui les a étendus indistinctement, n'a pas toujours été bonne conseillère, et qu'il y a lieu d'examiner plus attentivement leurs qualités et leurs défauts respectifs pour savoir les appliquer là où ils doivent être préférés.

La culture en billons a l'avantage d'augmenter la couche de terre meuble et amendée sous les plantes cultivées; elle semble donc devoir être adaptée à tous les sols peu profonds qui recouvrent un sous-sol imperméable. Quand, par exemple, le sol n'a que $0^m,10$ à $0^m,15$ de profondeur, il est avantageux de ranger la terre en billons étroits et bombés qui présentent sur leur dos $0^m,20$ à $0^m,30$ d'épaisseur, et dans lesquels les plantes ont l'espace nécessaire pour étendre leurs racines. Les sillons ouverts qui les bordent reçoivent l'humidité surabondante; ces intervalles favorisent l'accès de l'air et de la lumière entre les lignes de plantes et d'autant plus que les billons étant plus étroits, les intervalles vides sont plus rapprochés. Ils permettent de parcourir les champs sans endommager les plantes et d'y faire commodément les sarclages à la main. M. Rieffel a observé en Bretagne que la végétation des plantes situées sur des billons était de quinze jours plus précoce que celle des plantes cultivées à plat. Les billons conviennent donc particulièrement aux végétaux qui doivent passer l'hiver en terre, dans les pays et les sols humides et peu inclinés. Ils rendent possible la culture des céréales dans des situations où sans eux il faudrait y renoncer.

Mais les reproches qu'on fait à ce genre de culture sont d'autre part si nombreux et si fondés qu'il semble ne devoir être admis que comme exception et non pas constituer une méthode générale comme elle l'est devenue si souvent. Ces reproches sont les suivants :

1° La difficulté des labours puisqu'il faut chaque année détruire et reformer les billons. La démolition et la reconstruction régulière des billons constituent un art véritable dans lequel les Belges se sont rendus fort habiles, et l'amour-propre qu'ils y attachent contribue probablement à en perpétuer la pratique.

2° On n'a pu adapter aux billons que d'une manière im-

parfaite l'usage des instruments perfectionnés d'agriculture. Avec eux, il faut renoncer à la herse, au scarificateur et à l'extirpateur qui font, dans le même espace de temps, quatre à cinq fois plus d'ouvrage que la charrue, et permettent d'exécuter promptement les semailles qui sur les billons doivent être faites sous raie.

3° Il ne faut jamais croiser ni les labours, ni les hersages sur les terres billonnées. Les cultures doivent être faites invariablement dans la même direction et les mêmes dimensions.

4° Il est très difficile de placer les fumiers sur les billons étroits d'une manière bien égale et de telle sorte que toutes les plantes puissent en profiter.

5° Les billons qui se justifient dans des cas spéciaux, pour les plantes qui végètent en hiver, ne remplissent plus le but qu'on se propose pour les *cultures-jachères* de printemps; non-seulement parce que celles-ci craignent moins l'humidité, mais encore à cause de la difficulté de les sarcler économiquement. Ils sont très gênants pour les cultures fourragères; la faux y opère d'autant plus imparfaitement qu'ils sont plus étroits et plus bombés; les andains comme les gerbes tombent dans les sillons vides et, s'il survient une pluie, ils sont exposés à s'y gâter.

6° Les deux flancs des billons ne jouissent pas également des rayons du soleil, soit qu'on les dirige du nord au midi, du levant au couchant, ou sous tout autre azimuth. La terre se dessèche inégalement sur le dos et les épaules des billons en raison de la différente profondeur du sol. On trouve difficilement le temps opportun pour le labour; le sol est tantôt trop mou sur les épaules quand le sommet est assaisonné; il est trop sec sur le sommet quand les épaules seraient dans l'état le plus favorable.

7° Les épaules des billons étant toujours beaucoup plus imbibées d'humidité que le sommet, elles sont aussi bien plus

exposées aux effets des gelées et des dégels successifs dans les terres humides.

8° Les plantes placées sur les billons profitent des engrais dans une proportion très inégale; ainsi on voit presque toujours les plantes du sommet prospérer; les blés qui y croissent versent même quelquefois, tandis que sur les épaules des billons ils ne portent que de grêles épis. Il faut tous les soins des cultivateurs belges dans le placement du fumier et dans le nettoyement des rigoles pour que cet inconvénient ne soit pas sensible.

9° La partie extractive du fumier délayé par les pluies descend dans les rigoles où elle est perdue pour la végétation.

D'un autre côté, si on considère que l'écoulement des eaux des terres labourées à plat est d'autant plus facile qu'on peut y tracer des rigoles d'écoulement dans la direction des plus grandes pentes, ce qu'on ne peut faire sur les terres billonnées où la direction des rigoles est fixée par celle des billons, et que si le terrain présente plusieurs plans inclinés différemment, les billons qui restent inflexiblement parallèles ne peuvent se prêter à ces diverses inclinaisons; si l'on ne perd pas de vue la difficulté de porter à sa perfection la culture à billons, et la simplicité, l'économie du labour à plat ou en planches; la réussite plus certaine des récoltes de printemps et des fourrages sur ces derniers, et la certitude d'obtenir un réservoir suffisant pour l'humidité superficielle au moyen de labours et de défoncements réitérés à certains intervalles de temps, on comprendra que le système des billons ne doit être considéré que comme une méthode exceptionnelle, applicable seulement sur les sols très peu profonds, à sous sol imperméable et à humidité constante en hiver et que hors ces cas bien définis, on devra préférer la culture à plat qui, au moyen de soins judicieux, présente tous les avantages des billons sans en avoir les inconvénients.

SECTION VIIII.— *Culture de Tull.*

Vers le commencement du XVIIIe siècle, un Anglais, Jethro Tull imagina un nouveau système de culture qui fit grand bruit et qui eut bientôt des adeptes sur le continent, grâce au patronage que lui accorda Duhamel. On n'était alors préparé ni à profiter du bien qui pourrait résulter de son adoption, ni à découvrir les dangers et la fausseté des principes sur lesquels il était établi. De grandes expériences eurent lieu avec éclat; les plus remarquables furent faites à Genève par M. de Chateauvieux, à Denainvilliers par Duhamel, et enregistrées chaque année dans les volumes du traité de culture que Duhamel publiait successivement. On sait que l'un et l'autre finirent par les abandonner en voyant leurs terres aller en se détériorant sous l'influence de cette culture épuisante.

Le principe de Tull était que la terre réduite en particules très fines est la partie principale de la nourriture des plantes; que les sels contribuent à l'atténuer, l'eau à en étendre les parties, l'air et le feu à lui donner l'activité convenable, mais que la terre reste toujours la partie essentielle[1]; le fumier n'agit qu'en divisant les molécules de la terre par la fermentation[2].

Ainsi admettant que plus on divise les particules de la terre et plus on multiplie ses pores intérieurs, plus on augmente la surface des molécules, plus on met la terre en contact avec la plante et plus on la rend fertile[3]; la culture doit consister, selon Tull, à donner de fréquents labours, à maintenir la terre en état de pulvérisation, à continuer ces labours incessants pendant la végétation des plantes, et à ne se servir de fumier

(1) Duhamel, tome Ier, page 22, édit. in-12.
(2) *Ibid.*, page 52.
(3) Page 51.

que comme d'un auxiliaire coûteux que l'on peut répudier. Il est plus avantageux, selon lui, d'augmenter la fertilité de la terre par les labours que par le fumier [1]. 1o Parce que souvent on ne peut se procurer qu'une certaine quantité de fumier, puisque la récolte en paille de 20 hectares suffit à peine pour en fumer un, tandis qu'on peut diviser et atténuer presque à l'infini les molécules de terre; 2o la plupart des plantes que l'on élève avec le fumier n'ont pas la saveur agréable de celles qui croissent sans fumier; 3o le fumier attire les insectes qui rongent les plantes. Ainsi il faut labourer, et labourer le plus qu'on peut pour obtenir de bonnes récoltes. Les terres fortes sont celles dont les molécules sont si rapprochées que les racines ne peuvent y pénétrer que difficilement; lorsqu'à force de labours on aura divisé ces terres, lorsqu'on aura tellement écarté leurs molécules l'une de l'autre que les racines auront la liberté de s'étendre, ces terres seront en état de fournir aux plantes la nourriture qu'elles exigent et on les verra croître avec vigueur. Les molécules de terres légères sont trop espacées entre elles; les racines traversent ces grandes cavités sans adhérer à la terre et sans en tirer aucune nourriture; quand, par des labours réitérés, on aura brisé ces petites mottes, ou multiplié les petits intervalles aux dépens des grands, les racines seront partout en contact avec la terre [2].

Nous n'aurons pas besoin, avec nos lecteurs et au point où nous sommes arrivés, de prendre beaucoup de peine pour discuter et combattre les principes sur lesquels est fondé tout le système. Ils savent que l'exposition des particules de terre à l'air, par l'effet des labours, a pour effet de rendre le sol plus fertile en le rendant plus poreux, en mettant une plus grande surface en contact avec l'atmosphère, en le garantissant des pertes inutiles qu'il pourrait faire par la suppression de la vé-

(1) Duhamel, tome Ier, page 52.
(2) *Ibid.*, page 56.

gétation parasite, enfin en l'ameublissant et le rendant plus facile à pénétrer. Mais ils savent aussi, comme Duhamel l'éprouvait lui-même, que l'argile finement pulvérisée, pénétrée par la pluie, devient aussi dure et aussi compacte qu'elle l'était avant d'avoir été pilée et tamisée[1]; ils savent que c'est par mottes redressées, et non pas dans un état pulvérulent, que ce genre de terre doit être exposé à l'air, et que ce n'est que plus tard qu'il doit être brisé et ameubli; ils savent que les parties insolubles de la terre, fussent-elles encore plus atténuées, ne peuvent pénétrer dans les racines des plantes; que les fumiers n'ameublissent le sol qu'en raison du volume de leurs parties pailleuses, et nullement par l'effet de la fermentation qui ne produit pas sur ses masses dispersées une action capable de désagréger la terre; que faute de rendre au sol, par les engrais, les principes nombreux qu'il a perdus par la végétation, principes que l'atmosphère ne peut lui restituer en proportion suffisante, les récoltes diminuent graduellement et finissent par ne plus compenser les travaux de culture; mais ils savent aussi le bien que de bons labours peuvent produire. Ainsi, tout en rejetant la théorie de Tull, tout en modifiant ses principes relatifs aux labours, ils ne peuvent que se féliciter des procédés qu'il a introduits dans la culture des plantes sarclées, de l'impulsion qu'il a donnée aux semis en lignes, de l'invention du semoir et des instruments de sarclage. Les cultures jachères étaient connues avant lui; on les pratiquait en Angleterre et en Belgique; mais les travaux de sarclage et d'ameublissement s'y faisaient à la main. C'est à Tull qu'il faut rapporter le système perfectionné des cultures en lignes et des sarclages avec des instruments mus par les animaux, système qui est maintenant la base de l'agriculture perfectionnée

Voici maintenant en quoi consiste la pratique des cultures

(1) Duhamel, tome Ier, p. 58.

de Tull, et pour nous en faire une juste idée, appliquons-là à la culture du blé succédant immédiatement au blé. Une planche est disposée en trois rangées de blé, espacées de 0^{m},18 à 0^{m},22 et occupant ainsi une largeur de 0^{m},64 ; elle est séparée de la voisine par une plate-bande vide large de 1^{m},40. Nous supposons donc qu'on soit arrivé à l'époque de la moisson d'un premier blé, il n'en reste plus que les lignes de chaume qui indiquent l'emplacement qu'il occupait. On forme par le labour de nouvelles planches sur l'emplacement qu'occupaient les plates-bandes. On laboure donc à partir du milieu de celles-ci. Les deux premiers traits de charrue adossent les tranches qu'ils soulèvent, relèvent le centre de la nouvelle planche; on arrête le labour de chaque planche de manière à ne pas toucher aux anciens chaumes que Tull évitait de mêler à la terre, craignant que les débris ne vinssent entraver l'action de ses semoirs. La semence est répandue sur la planche en deux, trois ou quatre rangées au plus, espacées comme nous l'avons dit, et séparées de la planche voisine par 1^{m},40. Si la terre produit beaucoup d'herbes, on ne met que deux rangées parce que la charrue peut alors travailler près des rangées pour détruire la végétation sauvage. La coupe transversale du champ est alors représentée par la figure (*fig.* 154).



fig. 154.

Tull emploie 17 à 26 litres de semence par hectare; il la recouvre de 0^{m},013 dans les terres fortes, et de 0^{m},081 dans les terres légères.

On donne le premier labour entre les plates-bandes quand le blé a poussé quatre ou cinq feuilles. Ce labour consiste à donner deux traits de charrue au milieu des plates-bandes, là où se trouvaient précédemment les chaumes, sans approcher

de trop près des tiges de blé, pour ne pas faire ébouler la terre des planches. On donne le second labour à la fin des gelées; il consiste à reprendre avec la charrue la tranche des deux premiers sillons tracés précédemment, et à l'amonceler du côté des planches; les rangées se trouvent alors au haut de petits billons. On ne fixe pas le nombre des labours d'été : il dépend de la netteté et de l'ameublissement du sol ; mais Tull croit que l'on pourra se contenter d'en donner deux qui relèvent toujours la terre du côté des rangées. On donne l'un quand le blé monte en tige, et le second quand le tuyau se forme.

Tel est le mode de culture du blé qui suffit pour faire comprendre ce qu'il pourrait être pour d'autres plantes. Tull assure que, par ce moyen, une étendue donnée de terre produira plus de grains que si elle était cultivée en plein. Duhamel cherche à justifier cette assertion en faisant observer[1] que, selon la méthode ordinaire, le blé ne revient que tous les trois ans sur le terrain ; or, selon la nouvelle méthode, le blé occupe le tiers du terrain : il est placé sur une terre neuve, et, de plus, il reçoit des cultures qu'il n'obtient pas dans l'ancienne, ce qui rend l'assertion de Tull probable. Mais Duhamel convient aussi, contre l'opinion de Tull, que la nouvelle culture est plus coûteuse[2]. Voici, quant à la question économique, le parallèle qu'il établit entre les deux cultures :

POUR DEUX HECTARES.

Ancienne culture.		*Nouvelle culture.*	
Labour en mars et hersage.	60f		
Culture de la jachère par le blé d'automne.	91	Un labour et demi.	134f
Blé pour semence.	42	Quatre labours d'hiver, ou d'été.	120
Semence d'avoine.	16	Semence de blé.	9
Frais de moisson.	48	Moisson.	48
	257		311

(1) Tome Ier, page 297.
(2) *Ibid.*, page 284.

Récolte.		*Récolte de blé.*	
12 hectolitres blé.	252	(En la supposant égale à la récolte de blé dans les temps ordinaires). .	504
Récolte d'avoine.	84		
	336	Bénéfice. . . .	145
Bénéfice. . . .	79		

Mais ce parallèle ne décide pas la question, parce que nous comparons une culture vicieuse à une culture meilleure; il en résulte seulement que le bénéfice a été obtenu par l'économie de la semence et par le remplacement de l'avoine par le blé. Mais il reste à montrer que, dans ces conditions, la culture du blé peut se continuer indéfiniment et sans engrais.

Or, si l'on examine les séries d'expériences qui remplissent les volumes de Duhamel, on s'aperçoit que le succès devient d'autant plus douteux que les essais se prolongent, et que l'on finit toujours par y renoncer. La méthode n'aurait pu résister si longtemps à la comparaison avec une bonne culture aidée d'engrais.

SECTION X. — *Culture du major Beatson.*

Le major Beatson, ancien gouverneur de Sainte-Hélène, frappé du haut prix des grains en Angleterre, et voyant dans les travaux continus de la jachère la cause de leur cherté et de leur rareté dans ce pays, qui est obligé d'en demander au monde entier, imagina un système de culture qui devait changer la face de l'agriculture anglaise. La suppression des engrais et celle des labours, tel fut le double but auquel il crut atteindre par l'usage de l'argile brûlée et par la substitution des scarificateurs à la charrue.

Nous ne dirons rien de la question de l'argile brûlée; de nombreuses expériences négatives, parmi lesquelles on peut citer celles de Mathieu de Dombasle [1], ont prononcé contre son

(1) *Annales de Roville*, tome V, page 350 et suiv.

efficacité. Il ne peut être question ici que de ses procédés de culture.

Comme Tull, Beatson confond l'ameublissement du sol avec son aération; il ne comprend pas la nécessité de l'exposer à l'air par de vastes surfaces poreuses : son travail est le même que celui de son prédécesseur, si ce n'est qu'au lieu de charrue, il emploie les scarificateurs. Il croit ainsi, non-seulement obtenir un produit constant en céréales, mais encore diminuer beaucoup la main-d'œuvre; car, dit-il, les petites opérations longtemps continuées surmontent de grandes difficultés : « La résistance de la charrue est en raison du carré de la profondeur du labour. Ainsi, labourez avec quatre chevaux à la profondeur de 6 pouces, la résistance est $6 \times 6 = 36$; mais si nous labourons en deux fois à la profondeur de 6 pouces, on n'emploie que deux chevaux, et la résistance est deux fois le carré de 3 ou 18, au lieu de 36. »

D'abord Beatson a tort de comparer l'effet du scarificateur à celui de la charrue. Le premier ne fait que l'effet du couteau : il tranche verticalement la terre; la charrue, en outre, la tranche horizontalement et la retourne. Ainsi, s'il faut deux scarifications pour pénétrer à $0^m,16$, il faudrait y joindre un extirpateur travaillant à $0^m,16$ de profondeur pour accomplir une partie du travail de la charrue : celui de diviser la terre. Or, le labour à $0^m,16$ de profondeur coûterait 20 fr. par hectare; deux scarifications coûteraient 12 fr., et le coup d'extirpateur 6 fr., ce qui ferait 18 fr. pour ce travail, où la terre ne serait pas retournée. Si l'on a fait le travail à la charrue avant l'hiver, il arrivera qu'au printemps le terrain soulevé par le labour sera tout prêt à être pulvérisé et ameubli; mais l'effet des scarifications aura été complétement annulé par les pluies, et la terre se trouvera aussi compacte qu'auparavant.

L'usage du scarificateur est excellent après une récolte. Si l'on ne veut pas pénétrer profondément, mais ameublir seule-

ment la surface pour favoriser la sortie des mauvaises herbes; sur un sol durci, il faudrait un grand nombre de passages de cet instrument pour obtenir un approfondissement et un ameublissement suffisants. Il ne peut bien opérer sur un sol caillouteux, sur un sol herbu; de plus, les racines des plantes vivaces sont écartées et non coupées par son action. Les essais infructueux et bientôt abandonnés de ce système de culture en Angleterre et en France, prouvent mieux que les raisonnements qu'il ne répondait pas aux besoins de l'agriculture. Mais on doit à l'exemple de Beatson d'avoir attiré les regards sur l'usage plus fréquent du scarificateur, pour les labours pratiqués dans les terres déjà ameublies [1].

CHAPITRE IV.

Distribution des engrais.

Le terrain étant préparé par les travaux mécaniques, il faut lui incorporer les engrais qui doivent suppléer aux éléments de nutrition qui lui manquent; ici se présentent plusieurs questions capitales dont la solution doit beaucoup influer sur le succès de l'entreprise agricole. Nous allons les examiner successivement.

SECTION Ire. — *Des différents genres d'appauvrissement du sol.*

Le sol peut être privé d'un plus ou moins grand nombre d'éléments essentiels à la végétation, et il est essentiel de s'en rendre compte. Si la chaux ne fait pas partie constituante du

(1) *Nouveau système de culture* du major Beatson, 1 vol. in-8°.

terrain, il faut lui en fournir par les chaulages et les marnages, sans cette base, un grand nombre de plantes ne donnent pas de pleines récoltes et l'on ne peut faire une agriculture normale et variée.

Quoique les plantes puisent dans l'air la plus grande partie de leur acide carbonique, elles en absorbent aussi par les racines, mêlé à l'eau qui se trouve dans le sol. Cet acide est produit par la décomposition du terreau. Mais si l'on considère que dans des terrains privés presque absolument de terreau et qu'on appelle *effrités*, à cause de leur ressemblance avec les matières qui ont subi l'action du feu et qui portent le nom de *frittes*, on peut obtenir de bonnes récoltes d'un grand nombre de végétaux qui n'ont reçu que des engrais dont la richesse en carbone est très inférieure à celle de la plante; que, par exemple, de temps immémorial, les sables de la côte du Pérou portent du maïs avec le seul secours du guano; qu'enfin les prairies de graminées réussissent très bien avec une continuité d'engrais riches et peu chargés de parties ligneuses; on peut regarder le carbone qui entre dans la composition du plus grand nombre des plantes comme évidemment fourni par l'atmosphère.

Mais il n'en est pas de même des plantes à tiges souterraines, dont les organes foliaires ne sont pas proportionnés à leur développement : ainsi nous savons que la pomme de terre, par exemple, réussit très bien avec des engrais herbacés, pailleux, et qu'elle ne produit que de chétives récoltes avec des engrais riches en azote, en phosphate, en alcalis, s'ils ne sont pas en même temps pourvus de matières charbonneuses; le même fait se manifeste pour la garance. Cette culture exige beaucoup d'engrais, et les terres de la plaine de *Trenten*, dans le département de Vaucluse, lui sont si favorables, qu'on revient fréquemment à cette culture. Pendant longtemps on avait employé les fumiers d'étable faits sur les lieux en con-

currence avec ceux qu'on allait acheter dans les villes voisines. La production de la garance étant proportionnelle aux engrais, on avait successivement augmenté leur dose, jusqu'au point que la litière qui y était mêlée tenant la terre trop soulevée, et la rendant trop poreuse et perméable à l'air, il avait fallu s'arrêter. L'introduction de tourteaux comme engrais, avait permis de dépasser cette limite; par leur moyen on est parvenu à obtenir des récoltes beaucoup plus considérables. Mais bientôt on s'aperçut qu'elles déclinaient et avaient cessé d'être en rapport avec la valeur de l'engrais. On accusa alors le tourteau d'avoir appauvri la terre, il ne l'avait qu'*effritée;* on revint aux engrais pailleux, et dès la première application la fertilité reparut. Il était donc évident que le tourteau n'avait d'autre défaut que de ne pas être un engrais complet, et on a adopté la pratique de l'alterner avec le fumier d'étable.

C'est cette distinction qu'il ne faut pas perdre de vue. Les sels ammoniacaux, par exemple, contiennent sans contredit une des substances les plus essentielles à la végétation, l'ammoniaque; mais elle est isolée, et elle ne tarderait pas à rester sans effet, si l'on n'en secondait l'action en fournissant aux plantes toutes les autres substances qui entrent dans leur composition. Le guano contient abondamment tous les principes des meilleurs fumiers, son usage pourrait être poursuivi longtemps et sans inconvénient, excepté peut-être dans les cas spéciaux de certaines plantes qui exigent un grand développement d'acide carbonique dans le sol, qu'il faudrait leur fournir de temps en temps au moyen des engrais pailleux. Le tourteau moins riche en tous ces principes, devra être secondé par des engrais qui, dans tous les cas, possèdent des phosphates, et aussi par ceux qui, dans des cas particuliers, possèdent de la fibre ligneuse. Les fumiers d'étable et les engrais végétaux sont les seuls qui puissent passer pour des *engrais complets*, si d'ailleurs ils

contiennent tous les principes qu'on a tirés de la terre; or, quelquefois un certain nombre d'entre eux en ont été retirés : ainsi le fumier provenant d'une étable de vaches à lait manque des phosphates qui sont entrés dans la composition de ce produit, et qui ne sont pas reproduits par les excréments; le fumier provenant des pailles d'un domaine ne possède pas non plus le phosphate de chaux et de magnésie qui a été exporté avec le grain vendu hors de la ferme. Sous tous ces rapports les engrais doivent donc être complétés par l'addition des matières qui leur manquent. Nous rappelons ce principe, que nous avons déjà développé dans notre premier volume en traitant des engrais.

SECTION II. — *Qualité des engrais à donner à la terre.*

La question de la qualité des engrais à appliquer à une culture peut être résolue scientifiquement et pratiquement. Quand les données scientifiques qu'on possède sont exactes et complètes, les deux solutions se rencontrent toujours, et les preuves en seraient déjà nombreuses; mais ces données nous manquent dans un grand nombre de cas, et alors on est obligé de recourir aux tâtonnements de la pratique.

La méthode scientifique consiste à analyser le sol, à déterminer ses principes terreux, alcalins, ammoniacaux, carbonés; à comparer cette composition à la consommation que peut en faire la plante qu'on veut cultiver, et qui est indiquée par l'analyse de la plante elle-même et de ses cendres; à connaître le maximum des produits qu'on peut obtenir d'une étendue de terrain donnée et à lui appliquer les doses supplémentaires de substances qui doivent entrer dans ce maximum. Opération difficile, délicate, et que les plus habiles seuls peuvent tenter.

Ainsi, soit un terrain dans lequel nous voulons cultiver du

froment. C'est une glaise sablonneuse qui ne possède que des traces d'alcalis, peu de phosphate et de débris ligneux, et seulement par 1,000 kil. 15 kil. d'azote provenant de l'ammoniaque du vieux engrais. La récolte la plus grande de blé qu'on puisse raisonnablement atteindre dans nos climats est de 40 hectolitres par hectare qui contiennent :

Potasse.	22k46
Acide phosphorique. . .	44,00
Azote.	82,00

Le froment ne consomme que les 0,38 de la fertilité contenue dans la terre. L'engrais devra donc contenir :

Potasse.	59k11
Acide phosphorique. . .	115,80
Azote.	215,78

Et de plus le terrain aura dû être chaulé ou marné de bonne heure, et le fumier devra posséder une quantité suffisante de matières végétales en décomposition.

Supposons que le fumier soit celui analysé par M. Boussingault [1]. Il contient $\frac{4}{1000}$ d'azote ; par conséquent pour en fournir 216 kil., il faudra employer 540 quintaux métriques pour obtenir la récolte désirée, et ils contiendront :

Potasse et soude.	282 kil.
Acide phosphorique. . . .	108

En fournissant à la culture l'azote nécessaire, au moyen de 540 quintaux métriques de fumier, il y aura donc surabondance de la potasse et des phosphates : la quantité de carbone excédera aussi celle qui est nécessaire. Après la récolte, si l'ammoniaque a été saturé par des sulfates, ainsi que nous l'avons recommandé, il restera en terre les 0,62 de l'engrais à la disposition des récoltes suivantes. Mais tous les fumiers sont

(1) Tome Ier de cet ouvrage, 2e édit., p. 598 ; *L'économie rurale*, de M. Boussingault, tome II, page 292.

loin d'être les mêmes, et ce n'est que de l'analyse directe de celui qu'on emploie qu'on pourra tirer des conclusions précises.

La méthode empirique consiste à faire sur le terrain l'essai de la plante à cultiver et de l'engrais. Il n'est pas nécessaire que l'expérience soit fort étendue pour qu'on puisse prononcer sur leur aptitude relative. Un ou deux ares de terrain, pris dans la partie du sol qui représente le mieux sa nature moyenne, seront très suffisants. On leur donne une culture de la profondeur de celle employée dans la culture en grand, ensuite on les divise en un certain nombre de bandes d'égale étendue. On n'applique pas d'engrais à la première bande, on donne à la seconde une dose d'engrais égale à celle employée dans le pays; on traite la troisième avec une dose double. Partant ensuite de la supposition que la terre manque d'alcalis ou de phosphate et que les fumiers ne les contiennent pas en dose suffisante, on prépare 100 k. de ces fumiers en les arrosant d'une solution étendue de $0^k,10$ de potasse (ce qui revient à $0^k,30$ de potasse perlasse par quintal métrique); une seconde partie aussi de 100 k. avec $0^k,25$; et une troisième avec $0^k,50$ de potasse par quintal métrique d'engrais. Ces engrais seront étendus en quantité égale à celle du numéro 1 sur les bandes 4, 5 et 6. On mêlera ensuite, à de pareilles quantités d'engrais, de la poudre d'os attaquée par l'acide chlorhydrique étendu d'eau, à raison de 0^k2, 0^k3, 0^k4 de poudre par 100 k. de fumier; et on en couvrira, à doses égales aux précédentes, les bandes 7, 8 et 9. Si le terrain manquait de chaux, on pourrait multiplier les bandes et y semer de la marne très divisée. La chaux ne doit jamais être appliquée en même temps que les engrais azotés, dont elle décompose les sels ammoniacaux. Les produits de la récolte de chaque bande seront recueillis séparément et soigneusement pesés. On peut essayer de la même manière les effets du plâtre, du sel marin et des divers engrais dont on

ne connaît pas encore la valeur. Nous ne croyons pas qu'il soit possible à un agriculteur qui arrive sur un terrain nouveau, et et qui veut y faire de bonne agriculture, de se dispenser de faire de pareilles expériences et même de les prolonger plusieurs années. Dépourvu des lumières qu'il peut en obtenir, il marcherait en aveugle, négligeant d'employer des substances qui peuvent décider du succès de ses cultures, ou bien en employant d'autres à grands frais qui n'auraient aucune influence sur leur réussite ou ne produiraient qu'un résultat disproportionné à la dépense. Un petit champ-d'expérience est une nécessité dans une culture raisonnée comme l'alcoolomètre est une nécessité dans l'état de distillateur

SECTION III. — *Quantité d'engrais à donner à la terre.*

Jusqu'à ces derniers temps où l'analyse a commencé à faire connaître la composition des engrais et celle des plantes, la routine présidait seule à cette détermination. Dans les pays à assolement triennal, nous trouvions ce que l'on appelait la fumure complète composée tantôt de 54,000 kil. de fumier appliqués tous les trois ans, tantôt de 30,000 kil. seulement. Schwerz rapporte que dans le Brabant on fumait avec 160,000 kil. de fumier et 13 tonnes d'eau de fumier, répétés tous les cinq ans ; la fumure de Thaër était de 60,000 kil. par année moyenne. Ainsi nous voyons les engrais répartis dans la proportion de 10,000 kil., 18,000 kil., 32,000 kil., 60,000 kil. par an, sans qu'on puisse se rendre compte de l'insuffisance ou de l'excès de ces doses.

Nous allons montrer qu'il existe des bases pour calculer rigoureusement, dans toutes les situations, la quantité d'engrais à appliquer aux différentes cultures, de manière à arriver au résultat le plus avantageux sous le rapport du produit net, et que ces calculs ne peuvent plus être livrés à l'arbitraire.

Le problème à résoudre est celui-ci : Déterminer la quantité d'engrais nécessaire pour obtenir le maximum de produit de la culture d'une plante donnée ?

Chaque plante peut arriver, sur un terrain donné, à un développement maximum qui n'a pas encore été déterminé d'une manière absolue. Ainsi nous savons que le blé, par exemple, peut fournir sur un hectare une récolte de 220 hectolitres dans les bonnes terres de la Californie et qu'il en donne de 30 à 80 dans celles qui sont réputées mauvaises (1). Nous avons vu un habile agriculteur, M. Gilly, récolter près d'Uzès 72 hectolitres de blé, cultivé et fumé avec le plus grand soin; mais ces réussites ne sont que des exceptions auxquelles on peut arriver dans une culture jardinière, et qu'on ne peut obtenir dans la culture rurale. Les maximum que nous voyons atteindre dans les terres bien pourvues d'engrais et avec les soins convenables apportés à l'action mécanique varient de 32 à 40 hectolitres, soit 3,000 kil. de blé par hectare.

Ce sont là les succès auxquels on doit tendre quand on cultive le blé, mais sans penser qu'on les atteindra, si ce n'est dans des cas et des saisons tout à fait extraordinaires. Les récoltes moyennes des terrains traités pour atteindre le maximum de 3,000 kil. ne s'élèvent souvent pas au-dessus de 2,400 kil. et même de 2,000 kil.; mais comme l'engrais surabondant, s'il a été bien préparé, reste en terre pour les récoltes subséquentes, et que le blé n'en consomme que la portion qui entre dans sa composition, on peut toujours sans risque, pour cette culture comme pour toutes les autres, tendre à obtenir le maximum et calculer comme si on devait l'atteindre. Il est ainsi, pour chaque végétal, un maximum agricole que nous aurons soin de rechercher en traitant des cultures spéciales, et que nous tâcherons aussi de réaliser dans la pra-

(1) Duflos de Mofras.

tique. Ce maximum étant connu, ainsi que la consommation d'engrais qu'exige sa production, il semble qu'il serait facile d'indiquer immédiatement la quantité de cet engrais que la terre doit posséder pour l'obtenir. Il n'en est rien cependant.

Chaque plante, plus ou moins avide d'engrais, plus ou moins habile à se l'approprier n'en prend qu'une aliquote variable selon l'espèce de végétal. Nous avons encore cherché, en traitant de chaque culture, à déterminer cette aliquote. Ainsi, pour le froment il est de 0,38 à 0 40, chiffre qui avait été adopté par Thaër.

D'après ces données, il est facile de voir que si nous appelons e l'engrais à fournir à la terre; a celui absorbé par la récolte maximum de la plante; r l'aliquote qu'elle prélève sur l'engrais total, nous avons :

$$e = \frac{a}{r}.$$

Ainsi, pour obtenir 100 kil. de blé, qui absorbent avec la paille $2^k,62$ d'azote, nous avons :

$$e = \frac{2,62}{0,40} = 6^k,56 \text{ d'azote},$$

Et pour une récolte de 3,000 kil., la quantité de $196_k,5$ d'azote résultant de 49,000 kil. de fumier normal dosant 0,40 pour 100 d'azote ; mais après la récolte il restera en terre, au profit des récoltes suivantes :

$$196,5 - 3,000^k \times \frac{2,62}{100} = 196,5 - 78,7 = 117^k,9 \text{ d'azote.}$$

Une récolte obtenue dans des conditions favorables sera donc un indice de la quantité d'engrais que renferme la terre; en effet, dans le cas de cette récolte de 3,000 kil. absorbant $78^k,6$ d'azote, nous voyons que

$$a = \frac{78,6}{0,40} = 196,5.$$

Ainsi, quand nous ne connaissons pas l'état de fertilité d'une

terre, nous pouvons, au moyen de la récolte obtenue, conjecturer assez bien cet état.

Mais, même avec une saison favorable, on n'est jamais également sûr d'obtenir toujours, dans une moyenne de récoltes, un produit correspondant à la quantité d'engrais qu'on aura déposée en terre. Il faut se rappeler que les effets de l'engrais ne sont sensibles sur les terres qui contiennent de l'argile qu'autant que cette substance en est complétement saturée, et qu'il faut qu'elles aient reçu 0k,0015 d'azote par chaque kilogramme d'argile que contient la couche arable avant qu'on puisse regarder tout ce qu'on ajoute d'engrais comme étant à la libre disposition de la végétation [1]. Ainsi, soit la couche arable contenant $\frac{30}{100}$ d'argile; supposez-la épaisse de 0m,25, et la terre pesant 1,200 kil. le mètre cube, la couche arable d'un hectare pèsera 3,000,000 de kil., et renfermera 900,000 kil. d'argile, elle prélèvera 1,350 kil. d'azote sur les engrais successifs donnés à la terre avant que ceux-ci produisent librement et entièrement leurs effets sur la végétation. C'est (au prix de 1 fr. 50 c. le kilogramme d'azote) un capital de 2,025 fr. par hectare que cette terre renferme dans son sein pour être à toute sa perfection. Quand ces terres sont saturées d'engrais, elles ont une haute valeur agricole, et sont susceptibles de tous les produits; mais quand elles ne le sont pas, leurs récoltes sont toujours inférieures aux équivalents des engrais qui leur sont fournis.

On juge mal aussi des engrais qui restent en terre après la récolte, dans les terres légères où ils se décomposent rapidement, à moins qu'on n'ait eu soin de changer en sels fixes les sels ammoniacaux volatils.

Il est évident, d'après ce que nous venons de dire, que dans la culture du blé, par exemple, il sera avantageux de porter

(1) Tome Ier, page 64, 2e édit.

la dose d'engrais jusqu'au point maximum toutes les fois que $2^k,62$ de l'azote de ces engrais auront un prix moindre que 100 kil. de blé et sa paille, et que l'avantage sera d'autant plus grand qu'on approchera plus de ce maximum. Cette vérité va découler évidemment des calculs suivants : Soit p le prix d'une quantité donnée d'un produit (mesure ou poids); l, le loyer de la terre; t, le prix du travail nécessaire, y compris celui de la récolte; e, la valeur de l'engrais absorbé par le poids ou la mesure indiquée du produit; q, la quantité de ces poids ou de ces mesures donnée par la récolte; f, les frais généraux de l'exploitation, nous aurons

$$p = \frac{l+f+t+e}{q}.$$

Reprenons l'exemple du blé. Soit

$$l = 50^f;$$
$$f = 30^f;$$
$$t = 100^f \text{ (1)}.$$

Cultivons la terre en blé sans engrais, et supposons qu'elle nous donne 600 kil. de blé; observons que la quantité de paille étant en moyenne à celle du blé :: 227 : 100, et que la valeur de 100 kil. de paille pouvant être regardée comme égale à $10^k,50$ de froment, nous avons ici 1,362 kil. de paille valant 143 kil. de froment; la récolte en totalité est donc de 743 kil. de froment, dont il faudra retrancher 150 kil. pour les semences. Notre formule est donc

$$p = \frac{50 + 30 + 100 + 0}{593} = 0^f,303.$$

Le kilogramme de froment vaut donc $0^f,303$, et les 100 kil. $30^f,30$. Le blé pesant 76 kil., il vaudrait $23^f,03$ l'hectolitre.

Donnons à la terre la moitié de la quantité d'engrais né-

(1) Nous comptons 2 fr. pour la récolte de 100 kil. de blé.

cessaire pour produire une récolte complète, c'est-à-dire une quantité totale sur laquelle le blé puisse prélever 39k,30 d'azote absorbé par 1,500 kil. de blé, et valant 58f,95, nous aurons

$$p = \frac{50 + 30 + 138 + 58.95}{1500 + 340^{1} - 150^{2}} = 0^{f},163,$$

ou 16f,30 les 100 kil., ou 12f,38 l'hectolitre.

Obtenons enfin le maximum de récolte à 3,000 kil., nous avons

$$p = \frac{50 + 30 + 148 + 117,90}{3000 + 681 - 150} = 0^{f},0979,$$

ou 9f,79 les 100 kil., ou 7f44 l'hectolitre. Tel est le résultat presque incroyable auquel on peut parvenir par une culture raisonnée, partout où l'on pourra obtenir une quantité indéfinie d'engrais à un prix inférieur au prix relatif des produits. Ce résultat n'est que modifié, mais il n'est pas détruit par les mécomptes que l'inclémence des saisons, les ravages des insectes, le versement des blés dans des cas que nous précisons plus loin, et d'autres accidents peuvent apporter dans la quotité de la récolte.

Ainsi la loi des engrais, à laquelle nous attachons le succès d'une culture énergique et riche, est celle-ci : FUMER CHAQUE PLANTE QU'ON CULTIVE AU MAXIMUM, c'est-à-dire avec une quantité et une qualité d'engrais telles qu'elle puisse produire, sauf les accidents, la plus forte récolte dont le climat et le sol sont susceptibles. Plus on s'en écartera, et plus on éprouvera de ces mécomptes qu'on attribue à une foule de causes, et qui proviennent de notre faute. Quand nous voulons obtenir un fort poids de l'animal que nous engraissons, nous lui donnons une nourriture proportionnée à ce poids, et jusqu'à la limite de ce qu'il peut digérer et s'assimiler ; il faut bien que

(1) Ce chiffre représente la valeur de la paille.

(2) Pour les semences.

l'on se persuade qu'il en est de même de tous les êtres organisés, et que les plantes ne font pas exception.

SECTION IV. — *Manière de compter le vieil engrais dans la succession des cultures.*

Pour régler la quantité d'engrais nécessaire pour la culture qu'on veut entreprendre, il faut connaître la situation du sol et son degré actuel de fertilité; alors l'engrais à lui appliquer n'est plus que le supplément de celui qu'il possède déjà pour le porter au point que requiert la nouvelle culture Si les plantes s'emparaient toujours avec fidélité de l'aliquote précise d'engrais que les résultats moyens indiquent; si quelquefois secondées par les saisons favorables, elles n'en absorbaient pas une plus grande proportion; si d'autres fois des saisons contraires, en abaissant le chiffre de la récolte, ne diminuaient pas la consommation de ces engrais, on ne serait jamais embarrassé pour résoudre cette question. Mais les éléments de nos calculs n'étant que des moyennes, et les réalités étant toujours au-dessus ou au-dessous des moyennes, il faut s'attendre à des mécomptes dans les calculs de la richesse du sol. On ne sera jamais précisément dans la vérité, mais on oscillera autour d'elle, de manière cependant que les erreurs se compenseront, et qu'on finira par obtenir, sur un certain nombre d'années, le résultat exact sur lequel on ne pouvait pas compter pour chacune d'elles.

Nous supposerons qu'on emploie des engrais *complets* qui renferment tous les éléments de la végétation, ou que, si l'on se sert quelquefois des engrais riches en parties azotées, mais pauvres relativement aux autres éléments de la nutrition végétale, on revient souvent aux premiers, de manière à ce que tous les autres besoins de la plante étant satisfaits, l'azote reste la substance qui doit servir de base aux calculs comme étant la

plus rare et celle qui manque le plus souvent. Ce point convenu, nous calculerons la fertilité du terrain par la formule déjà citée plus haut

$$e = \frac{a}{r},$$

en multipliant son second terme par le nombre de mesures ou de poids obtenus par la récolte précédente. Soit une récolte de blé qui a produit 1,500 kil. de grain, l'engrais total *e* contenu dans le sol sera exprimé par

$$\frac{2,62}{0,40} \times 15 = 98^{k},25 \text{ d'azote},$$

d'où, retranchant $15 \times 2,62 = 39^{k},3$, quantité d'azote absorbée par la récolte, il reste en terre, pour la récolte suivante, 58,95 d'azote.

Cette opération est très facile pour les récoltes des plantes annuelles dont on connaît le dosage et la faculté d'absorption, pour celles dont les débris peuvent être pesés au moment où ils restent sur la terre; il n'en est pas de même pour les plantes vivaces qui laissent en terre de nombreux débris que l'on ne peut apprécier. Par exemple, pour les pâturages, les prairies, les fourrages artificiels, l'état de la culture est, après leur destruction, aussi variable que les résultats de la culture l'ont été. Un beau gazon bien fourni laisse plus de débris en terre qu'une maigre pâture; un beau trèfle, une belle luzerne en abandonnent plus que des fourrages chétifs. Quand le fanage se fait mal, il se détache une beaucoup plus grande proportion de feuilles que quand il est bien conduit; ces feuilles s'ajoutent aux racines comme un engrais pour le champ. Essayons pourtant de chercher des chiffres approximatifs propres à représenter le profit que la terre en retire.

M. Boussingault a trouvé qu'un hectare de trèfle, qui avait produit 2,500 kil. de foin, laissait 2,000 kil. de racines sé-

chées au soleil, et dosant $\frac{71}{100}$ d'azote ou 27k,9 ; ainsi chaque quintal métrique de trèfle répondait à un résidu de 1k,1 d'azote[1]. Chez nous, une luzerne qui avait duré cinq ans et produit 360 quintaux métriques de fourrage, dosant 2,5 pour 100 ou 910 kil. d'azote, a produit 370 quintaux de racines et de collets séchés au soleil, dosant 0,70 pour 100 et produisant 259 kil. d'azote ou 0k,72 d'azote par quintal métrique de fourrage obtenu.

Dans ces calculs nous négligerons, comme ne pouvant pas les atteindre, les nombreux débris de feuilles qui tombent sur le sol.

M. de Thünen considère l'amélioration qu'un herbage de trois ans apporte au sol comme étant, par journal de Berlin, de 1 à 3 charretées de fumier, ou de 4 à 12 kil. d'azote, ou par hectare de 7k,2 à 21k,6 d'azote. Le produit étant de 200 à 400 kil. de foin en trois ans, c'est 1k,1 à 1k,7 d'azote par quintal de foin recueilli.

On sait la quantité considérable d'azote qui s'accumule sur les prairies anciennes, telle qu'elle peut suffire à une succession de récoltes épuisantes après leur défrichement. On ne pourrait pas cependant calculer cette fertilité d'après la somme des produits obtenus pendant sa durée ; car il est évident qu'il y a des pertes annuelles causées par la putréfaction et l'évaporation, pertes d'autant plus grandes que l'accumulation des matériaux fermentescibles augmente, de sorte qu'il doit finir par se produire un état stationnaire qu'il importe de constater. Sur des prairies du Midi, traitées avec fumier et arrosage, produisant 153 quintaux métriques de foin par hectare, année moyenne, on a pu retirer, par des récoltes successives et sans épuiser complétement le terrain, 8,000 kil. de blé par hectare, dosant 209 kil. d'azote. Cette quantité, divisée par 153, nous

(1) *Economie rurale*, tome II. page 518.

donne 1k,37 d'azote par quintal de foin d'une récolte moyenne[1].

D'après ces données on peut établir le chiffre approximatif de la fertilité actuelle du terrain. Ainsi, soit la dernière récolte de blé perçue de 1,200k, dosant 31k,44 d'azote, nous avons

$$a = \frac{2.62}{0,40} \times 12 = 78k,6;$$

d'où, retranchant 31k,41, il reste à la terre 47k,19 d'azote. C'est de ce point qu'il faudra partir pour régler la nouvelle fumure, en ayant soin d'examiner si les autres éléments de végétation, chaux, phosphate, alcalis, ne manquent pas à la terre.

Soit une luzerne qui a donné pendant sa durée 500 quintaux métriques de foin, nous aurons, pour la fertilité du sol, $500 \times 0,72 = 360$ kil. d'azote. Soit un trèfle qui aura produit 50 quintaux métriques de fourrages, nous aurons, pour la fertilité du sol, $50 \times 1,1 = 55$ kil. d'azote. Enfin, soit une pâture ou prairie donnant annuellement 150 quintaux métriques de foin, nous aurons $150 \times 1,37 = 205$k,5 d'azote.

Les récoltes suivantes rectifieront ce qu'il y aurait d'erroné dans ce premier calcul. Ainsi, soit une seconde récolte de froment faite sur la terre où la première avait laissé 47k,19 d'azote; nous y ajouterons un engrais dosant 50 kil. d'azote : total 97k,19; la récolte suivante devrait être

$$\frac{97,19 \times 100 \times 0,40}{2,62} = 1485^k \text{ de blé.}$$

Si nous récoltons 1,800 kil., la quantité de fumier *e* aura été

$$\frac{2,62}{0,40} \times 18 = 117^k,9.$$

Ces 1,800 kil. absorbent 47k,16 d'azote : ce sera donc désor-

(1) C'est par erreur que d'autres chiffres ont été indiqués à la page 569 de quelques exemplaires de la seconde édition du premier volume de ce cours. Ils doivent être corrigés de la manière indiquée ici.

mais 70^k,74 qui seront notre point de départ, qui, à son tour, se trouvera rectifié par le résultat des récoltes suivantes.

Mais si les récoltes consécutives ne suivaient pas la progression indiquée par le calcul, et que ce mécompte ne fût pas général dans le pays et ne pût être attribué aux influences atmosphériques, alors il faudrait supposer qu'il y a eu quelque cause cachée de détérioration de l'engrais, et il faudrait revenir à attribuer la dose totale à la récolte suivante.

Section V. — *Intervalle entre les fumures.*

Dans certains pays où le cultivateur achete l'engrais et ne le fabrique pas, on est dans l'usage de donner une forte fumure au commencement d'un long assolement, espérant qu'elle suffira pour le conduire jusqu'à la fin. Ou bien la quantité de l'engrais est excessive, ou bien les récoltes ne tarderont pas à s'écarter du maximum de produit, la terre contînt-elle tout l'azote qu'elle pouvait absorber. Cela vient de ce qu'en réalité les plantes n'absorbent qu'une fraction de ces engrais. Supposons, par exemple, qu'on voulût faire trois récoltes consécutives de blé, et que le point de départ fût une quantité d'engrais nécessaire pour fournir le maximum de la première récolte, ou 196^k,5 d'azote, sur lesquels elle en prélève 78,6; la seconde récolte ne trouvera plus que 117^k,9 d'azote, qui ne peuvent plus produire que 1,839 kil. de froment en laissant 70^k,74 d'azote, qui ne peuvent plus produire que 1,080 kil. de froment: on s'écarte donc toujours plus du maximum de produit. Pour que ces trois récoltes puissent se faire sous les conditions du maximum, il faudrait que la première fumure, au lieu d'être de 196^k,5 d'azote, fut de 353^k,7 ou de 88,425 kil. de fumier normal, avec le risque des pertes et des évaporations qui pourront survenir en plaçant ce fumier aussi longtemps à l'avance, tandis qu'en complétant à la première récolte les 196^k,5 qui doivent donner

le maximum, et en donnant, avant chacune des récoltes successives, 78^k,6 de fumier pour réparer l'absorption produite par la récolte précédente, on arrivera au même but.

Le vrai principe de la bonne répartition du fumier est donc de calculer, d'après la récolte précédente, la fertilité qui reste en terre, et d'y ajouter la dose d'engrais qui manquerait pour obtenir une récolte maximum du produit qu'on veut cultiver.

Mais ces calculs seront-ils exacts pour toutes les espèces d'engrais, c'est ce que vont nous enseigner les expériences de M. de Bec à la Montaurone, où il a cultivé de l'avoine en seconde récolte sur des terres fumées de diverses manières qui avaient porté du froment en première récolte.

Première récolte.

	Produit en grains.	Azote des grains.	Paille.	Azote de la paille.	Total de l'azote de la récolte.	Aliquote. 0,28 Azote de la terre.	Azote de l'engrais.	Total de l'azote de la terre.
Culture sans engrais; froment.	692k	13,52	960	2k,47	16,03	57k	»	57k00
I. Culture avec fumier.								
25000 kil. de fumier; dosant 20 k. d'azote.	1126	22,07	1450	3,77	25,84	57	20,0	77,00
Deuxième récolte en avoine.								
Avoine (pesant 50 kil. l'hectolitre).	1400	24,83	1800	7,02	31,85	»	»	51,16

Nous avons ici pour l'aliquote du froment . . . . . $\frac{25,84}{77} = 0,33.$

Pour l'aliquote de l'avoine. . . . . $\frac{31,85}{51,16} = 0,60.$

II. Culture avec tourteau de sésame.

(1re année : froment.)

	Grain.	Azote du grain.	Paille.	Azote de la paille.	Total de l'azote de la récolte.	Azote de la terre	Azote de l'engrais.	Total de l'engrais de la terre.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
750 kil. dosant 7k,41 pour 100.	1418	28,38	2653	7,63	36,01	57	55,60	112,60
(2e année : avoine.)								
Avoine.	1133	20,12	1417	3,82	23,94	»	»	75,99

L'aliquote du froment est. . . . . $\frac{36,01}{112,60} = 0,32.$

L'aliquote de l'avoine est. . . . . $\frac{23,94}{75,99} = 0,31.$

III. CULTURE AVEC GUANO

	Grain.	Azote du grain.	Paille.	Azote de la paille.	Azote de la récolte.	Azote de la terre.	Azote de l'engrais.	Total de l'azote du champ.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
(1re année : froment.)								
780 kil. de guano. . .	1988	38,96	4892	12,72	51,68	57	80,4	157k40
(2e année : avoine.)								
	1190	21,11	1542	4,16	25,27	»	»	105,32

L'aliquote du froment est. . . . . $\frac{57}{157,4}=0,36.$

L'aliquote de l'avoine est. . . . . $\frac{25,27}{105,24}=0,24.$

Ces résultats sont très significatifs sur la durée des engrais en terre. Nous voyons qu'avec le fumier, l'aliquote de l'avoine

A la deuxième année est de. 0,60
Avec le tourteau. 0,31
Avec le guano. 0,24

Mais nous avons supposé que la terre conservait à la seconde année une fertilité exprimée par la fertilité de la première année diminuée de celle enlevée par la première récolte ; et comme nous voyons que l'aliquote diminue à mesure que l'engrais est plus volatil, nous devons en conclure que ce n'est pas l'aliquote qui a changé, mais bien l'engrais qui s'est évaporé, faute d'avoir été préparé de manière à fixer son ammoniaque en changeant ses carbonates en sulfates. Ainsi le tourteau, comparativement au fumier, aurait perdu, de la première à la deuxième année, les 0,52 de ses principes fertilisants, et le guano les 0,60 : enseignements qui ne devront pas être perdus quand on se servira de ces sortes d'engrais.

D'après ce que nous venons de dire, on voit qu'on ne peut fixer l'intervalle à mettre entre les fumures que pour des assolements réguliers et immuables ; que dans les cultures qui se succèdent sans règle fixe, il faut consulter les exigences de la plante qu'on se propose de cultiver et les comparer à l'état

du terrain pour décider s'il faut donner de nouvel engrais à la terre et la quantité qu'il faut lui en donner pour obtenir le maximum de produit de la récolte.

SECTION VI. — *Manière de répartir un engrais insuffisant.*

Si l'on ne peut mettre en doute que l'agriculture la plus profitable soit celle où le produit de chaque plante est porté à son maximum, tant que le prix de l'engrais est inférieur à celui de la récolte qu'il fait naître; si d'un autre côté il est incontestable que dans l'état actuel de la production en Europe, on peut partout se procurer des engrais à ces conditions avantageuses, on est étonné que les avantages évidents d'une telle méthode ne soient pas universellement reconnus, et que la plupart des exploitations ne possèdent que des quantités d'engrais tout-à-fait insuffisantes, et n'obtiennent ainsi des produits qu'à des prix ruineux, par la concurrence que leur font les pays où l'on suit un meilleur système de culture, ceux où l'abondance du bétail permettent de consacrer beaucoup d'engrais aux récoltes, et enfin ceux où la faiblesse de la population rend le loyer des terres presque nul.

Il n'en est pas moins vrai que dans une grande partie de l'Europe la proportion des engrais aux cultures est très faible, et que l'usage est de répartir ces engrais sur toute la surface des terres cultivées, de manière à en accorder une partie aliquote à chaque parcelle de terrain. Serait-il préférable de les accumuler sur une partie de la ferme que l'on porterait à son maximum de produit en abandonnant les autres parties à la seule influence des engrais atmosphériques? Telle est la question qui se présente maintenant. Nous la traiterons d'une manière plus développée quand nous parlerons des systèmes de cultures, aujourd'hui nous devons nous borner à la considérer sous le rapport des engrais.

En supposant que les plantes recueillent et mettent à profit avec le même avantage l'engrais disséminé et l'engrais accumulé, nous ferons remarquer cependant que les frais de culture et de récolte sont les mêmes pour les végétaux chétifs et les végétaux opulents mais qu'ensuite les préparations que subit la récolte pour être mise dans le commerce, sont d'autant plus considérables pour fournir la même quantité de produits que le végétal est moins développé; que pour le blé, par exemple, la même quantité de gerbes donnera beaucoup moins de grains dans un champ appauvri et coûtera autant au battage que celles qui proviendront d'un champ fertile. Ces observations préliminaires étant faites, examinons, du reste, ce qui arrivera.

Nous concentrerons la quantité d'engrais susceptible de produire le maximum de la récolte : 1° sur un seul hectare; 2° sur deux hectares; 3° nous la disposerons sur les quatre hectares. Voici quel sera le prix des produits obtenus dans les trois cas d'après la formule citée plus haut :

Nous supposerons que la fertilité naturelle du sol soit capable de produire 600 kil. de blé sans engrais. La première division composée d'un hectare fumé complétement et de trois hectares sans engrais, produira :

Premier hectare	3000	4800 kil.
Les 3 autres hectares. . .	1800	

Pour obtenir les 3,000 kil. du premier hectare, il aura suffi d'y ajouter la quantité d'engrais nécessaire pour produire 2,400 kil.

Dans la seconde division, les deux premiers hectares ayant reçu la moitié de l'engrais, et ayant de plus la fertilité nécessaire pour en produire 600 kil., donneront chacun 1,800 kil.

Pour les deux premiers hectares.	3600	4800 kil.
Pour 2 hectares non fumés. . . .	1200	
La 3e division, composée de 4 hectares, produit aussi.		4800k

Si nous recherchons maintenant le prix du blé dans ces trois situations, d'après les formules qui viennent d'être exposées plus haut, nous trouverons que le compte des trois divisions sera :

1re DIVISION.

kil.				Totaux.	Valant le blé à 29 fr. 60.	Bénéfice	Par heptare
3000	à 9f47	coûtent.	284f10	816f90	1420f80	603f90	151f
1800	29,60		532,80				

2e DIVISION.

3600	14,60	525,60	880,80	1420,80	540,00	135
1200	29,60	355,20				

3e DIVISION.

2400	29,60	1420,80	1420,80	0,00	000

On voit ici évidemment le bénéfice croître à mesure que le fumier est accumulé en plus grandes masses. Nous ferons remarquer en outre que, dans les trois cas, en se dispensant de cultiver les hectares sans engrais, le résultat serait le même, si le produit spontané du sol, l'herbe, avait seulement la valeur du loyer de la terre. Mais nous anticipons ici sur ce que nous dirons en parlant des systèmes de culture.

On élève deux objections contre la pratique des fumures abondantes, la première est qu'une si grande quantité de fumier de litière soulève le sol, le rend creux, mal affermi, et peu propre à la végétation d'un grand nombre de plantes ; la seconde c'est que le blé, en particulier, traité avec cette opulence, s'élève beaucoup et est sujet à verser.

Quant à la première objection, nous ferons observer que ce qui est vrai pour les fumiers frais et pailleux ne l'est pas pour les fumiers consommés. Nous verrons bientôt qu'il y a des moyens de les préparer de manière à ce qu'ils soient dans cette con-

dition sans rien perdre de leur valeur. Les engrais pulvérulents ne présentent pas non plus cet inconvénient.

Quant au versement du blé, cet accident n'est pas toujours causé par l'abondance des produits. Nous voyons journellement des blés qui appprochent du maximum et qui se soutiennent très bien, et d'autres blés assez maigres et sujets à verser. Cela tient à d'autres causes que nous examinerons en traitant de la culture spéciale du blé.

SECTION VII. — *État des engrais à l'époque de leur emploi.*

Les agronomes ont été fort divisés sur la question de savoir si l'on devait employer les engrais au moment où ils venaient d'être produits et avant toute fermentation ultérieure, ou si l'on devait attendre que la fermentation eût opéré une décomposition plus ou moins avancée de leur masse. Ce que nous avons dit dans le premier volume de ce cours[1] nous dispense d'entrer ici dans de grands détails. On sait, en effet, que quand cette décomposition est complète, le fumier a perdu les $\frac{2}{3}$ de ses principes azotés et qu'il est réduit en grande partie à son carbone, à moins que, par le moyen des sulfates et principalement du sulfate de fer, on ait changé le carbonate d'ammoniaque volatil en sulfate d'ammoniaque, qui est un sel fixe. Dans ce cas, il y a peu d'inconvénient à laisser fermenter le fumier pour disposer ses fibres ligneuses à la décomposition et mettre son carbone et les principes alcalins qu'il renferme dans un état de division qui les rende plus susceptibles d'être absorbés par les végétaux. On peut alors choisir son temps pour transporter le fumier sans crainte d'éprouver une perte considérable

(1) Page 631 et suiv. de la 1re édit.; p. 592 et suiv. de la seconde.

Dans le cas où l'on n'aurait pas saturé les sels ammoniacaux volatils par l'acide sulfurique, on ne peut trop se hâter de transporter le fumier aux champs et de l'enterrer, pour que l'ammoniaque qui s'en dégage soit, au moins en partie, absorbé et retenu par l'argile et le terreau que contient le sol. Mais le cultivateur rencontre alors plusieurs obstacles qui s'opposent à la libre disposition de ses engrais frais. Ainsi, les terres ne sont pas toujours en état de les recevoir; on ne les cultive pas toute l'année, leur état de sécheresse et d'humidité ne permet d'y entrer que dans certains temps; ou bien elles sont couvertes de plantes en végétation. Il est difficile de combiner les arrangements agricoles d'une exploitation de manière à ce qu'il y ait toujours, à tout moment de l'année, place pour les engrais qui se fabriquent journellement; si ce n'est dans les cultures très variées, comme les cultures maraîchères, et dans les terrains naturellement frais et arrosés.

D'autres obstacles se présentent encore. Quand on fume les terres légères et sèches avec du fumier frais, la fermentation s'arrête et ne reprend pas facilement dans ces particules organiques desséchées. Cependant la moindre pluie suivie d'un coup de soleil suffit pour disposer l'ammoniaque à s'évaporer, tandis que cette circonstance est impuissante pour décomposer les tissus ligneux. Le fumier se trouve donc réduit peu à peu à sa paille, qui tient la terre soulevée. Dans les terres argileuses, au contraire, l'argile s'empare de l'ammoniaque, et la terre divisée par les fibres du fumier en devient plus maniable; mais ce n'est que très lentement que la fermentation agit sur cet engrais privé d'air, et les plantes qui y croissent sont sujettes à manquer de la quantité de carbone qui leur est nécessaire, parce que les pailles n'ont pu se changer en extrait de terreau propre à être dissous dans l'eau et à fournir l'alimentation nécessaire aux végétaux.

Ce n'est donc que dans la saison de l'année où l'on ne peut

pas redouter un excès de sécheresse qu'on doit employer le fumier frais sur les terres légères dépourvues de carbonate et de terreau ; et quant aux terres fortes qui manquent de ces substances, le fumier frais n'y produira point de grands effets, si elles doivent se développer immédiatement, car sa décomposition ne sera pas assez pressée pour suivre les phases de la végétation. Ces faits expliquent très bien la répugnance des cultivateurs à employer les fumiers dans la saison sèche, et leur tendance à préférer les fumiers consommés, malgré la diminution de volume et la perte de qualité qu'ils éprouvent.

La saturation du fumier par les sulfates permet d'attendre l'époque agricole la plus avantageuse pour son emploi. C'est donc alors les assolements qui règlent le moment de la distribution des engrais. Au contraire, avec les fumiers non saturés, il faut se résoudre à attendre la fin des sécheresses qui durcissent la terre et en rendent les labours difficiles. On subit alors la perte de l'ammoniaque que fait éprouver la fermentation accélérée par la chaleur. On ne dispose librement des fumiers frais que pour les terres arrosées, parce qu'alors aussi on maîtrise les saisons, et qu'on peut travailler la terre, semer et faire croître en tous temps. Dans les terres sèches on ne pourra employer les fumiers qu'en automne, en hiver, et au commencement du printemps; et souvent on devra ainsi les déposer dans le sol, bien longtemps avant l'époque de la semaille des plantes qui doivent en profiter.

Quant à l'engrais saturé, il doit être porté sur le terrain avant le dernier labour préparatoire de la semaille ou de la plantation.

Section VIII. — *Charroi des engrais.*

Nous avons traité des différents modes de transport dans la partie mécanique de ce cours. Nous rappellerons ici le moyen

le plus économique d'effectuer ceux qui se font avec le retour à vide. Il faut combiner le nombre des chargeurs et celui des voitures à employer proportionnellement à la distance, de manière à ce que le temps de l'aller et du retour soit suffisant pour le chargement, et que les chevaux, à leur arrivée, puissent être attelés immédiatement aux voitures chargées.

Le poids du fumier transporté par chaque voyage étant connu, ainsi que la quantité d'engrais à donner au terrain, il est facile d'espacer les tas de fumier de manière à ce que, quand ils sont étendus, ils recouvrent également la surface. Ainsi, soit le mètre cube de fumier pesant 700 kil., si nous voulons donner au champ une fumure de 30,000 kil. par hectare, nous aurons à transporter sur l'hectare environ 43 tombereaux (contenant chacun 1 mètre cube de fumier). Pour que les ouvriers puissent étendre commodément et également l'engrais avec des fourches ou des pelles, les tas doivent être éloignés de 12 à 14 mètres les uns des autres, ce qui donne un jet de 6 à 7 mètres.

Pour faire une bonne répartition de l'engrais, il faut que les tas soient composés du chargement entier d'un véhicule, ou au moins d'une fraction très simple, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de ce chargement. Pour y parvenir, connaissant la quantité d'engrais à répartir par hectare, nous la divisons par 10,000 et nous avons la quantité d'engrais par mètre carré. Nous divisons le chargement d'une voiture par ce nombre, ce qui nous donne le nombre de mètres que devrait couvrir ce chargement. Si le quotient est compris entre 144 (12×12) et 196 (14×14), nous voyons qu'on peut mettre le chargement d'une voiture par chaque tas ; s'il est supérieur à 196, nous le divisons par 2, ou par 3, ou par 4, de manière à ce que le nombre de mètres soit le moins éloigné possible du minimum 144, et nous avons ainsi le nombre de mètres à couvrir par l'engrais de chaque tas.

Ainsi, soit un champ d'un hectare auquel nous voulons appliquer 30,000 kil. de fumier, ce qui nous donne 3 kil. par mètre carré de terrain, nos voitures portant un mètre cube de 700 kil., et, divisant 700 par 3, nous trouvons 233 quintaux par quotient. Ce nombre excède 196; sa moitié donne 116 mètres carrés, qui sera la surface que devra couvrir chaque tas formé de la moitié du chargement d'une voiture. Nos lignes de tas devront être éloignées de $10^m,77$, racine carrée de 116. Comme la longueur et la largeur du champ ne seront pas parfaitement divisibles par ce nombre, il arrivera toujours qu'il y aura au bout des lignes une certaine surface qui recueillerait un peu plus ou un peu moins d'engrais que le reste du champ, si le coup d'œil ne venait y suppléer, en y versant ce qui restera d'engrais après que le nombre rectangulaire des tas aura été desservi. Ainsi, soit dans ces conditions un champ d'un hectare, ayant 250 mètres de longueur sur 40 de largeur. Divisant 250 par 10,77, nous voyons qu'il y aura sur la longueur 23 lignes de tas, plus un reste de $2^m,29$; divisant 40 par 10,77, nous trouvons trois lignes de tas, plus un reste de $7^m,69$. Or, $23 \times 3 = 69$ tas, et $\frac{30000}{700} = 42,8$ voitures qui donnent 85,6 tas. Il restera donc 16,6 tas à répartir sur les 1,900 mètres environ qui resteront à fumer sur les bords du champ; on les place alors à l'œil, de manière à ce que cette partie soit fumée à l'égal du reste de la surface, si mieux on n'aimait, ce qui serait plus exact, répéter pour cette partie le calcul que nous venons de faire pour la totalité.

Quand, au lieu de se servir de tombereaux ou de petits chariots, on transporte le fumier au champ sur des charrettes portant jusqu'à 20 à 25 quintaux métriques de fumier, on distribue immédiatement l'engrais, et on l'étend de cette manière : un ou deux hommes montés sur la charrette le projettent avec des fourches, des deux côtés et en arrière, aussi également qu'il leur est possible. Alors on divise seulement le

champ en allées de 12 à 14 mètres de largeur; la charrette marche au milieu de chacune de ces allées, et on calcule le trajet qu'elle doit faire pour absorber un chargement. Ainsi, à 3 kil. par mètre carré, les allées ayant 14 mètres et les charrettes portant 20 quintaux métriques, c'est 42 kil. par mètre courant qu'il faut employer, et le chargement doit être épuisé quand la charrette aura parcouru $47_{m},60$. Cette méthode est plus expéditive; mais le fumier serait très inégalement répandu si on ne faisait pas suivre le véhicule par des hommes armés de fourches qui réparent les inégalités, rompent et étendent les agglomérations que ne peut manquer de laisser subsister un jet précipité, surtout quand il s'agit de fumiers pailleux.

Quant aux engrais riches et pulvérulents, si ce sont des sels solubles, quelques-uns les emploient en les faisant dissoudre dans l'eau dont ils arrosent la surface du champ. C'est ainsi que MM. Kulhmann et Schattenmann ont essayé les effets des sels ammoniacaux (voir le premier volume). D'autres, et c'est le conseil de M. Boussingault, préfèrent les réduire en poudre et les associer avec une dose suffisante de sciure de bois, pour les répandre ensuite dans la proportion requise; d'autres, enfin, les mêlent seulement à de la terre sèche ou à du sable fin d'une couleur tranchant avec celle du sol. Soient ainsi 300 kil. de sulfate d'ammoniaque à répandre sur un hectare de terre; cette quantité représente en poids le double de la semence du blé qu'on met en terre, et est moins facile à disperser également. Mais en la mêlant avec un volume égal d'une autre substance, cette dispersion devient plus facile, parce que, comme le plâtre, la substance associée laisse une trace en terre, et qu'on s'aperçoit des vides qu'un jet imparfait pourrait laisser. Quand la quantité d'engrais pulvérulents à répandre est plus considérable, on a moins à craindre l'imperfection de la distribution.

SECTION IX. — *Comment l'engrais doit être situé par rapport aux plantes.*

L'engrais doit être placé de la manière qui doit favoriser le plus le développement de la plante; cela ne peut être mis en doute. Mais quelle est cette position? la question est loin de nous sembler résolue. Si nous considérons la nature si diverse des racines qui doivent puiser dans le sol les principes de l'alimentation des plantes, on verra qu'elle ne peut l'être d'une manière générale. Le premier pas à faire pour éclaircir ce point important, c'est d'étudier soigneusement l'action de cet organe important.

Selon la nature des végétaux, les racines ont différentes formes et différentes tendances. Les unes plongent verticalement en se ramifiant très peu; les autres, au contraire, se ramifient près de la surface du sol, et croissent en formant des angles aigus avec l'horizon, ou même en restant tout à fait horizontales. Dans la première classe, celle des racines pivotantes, nous citerons la luzerne, la carotte, etc.; dans la seconde, celles des racines traçantes, le fraisier, la pomme de terre, etc. Sans doute la nature leur a donné aux unes et aux autres l'organisation la plus convenable pour exister dans les lieux auxquels elle les destine ; elle a donné aux racines pivotantes, qui appartiennent à des plantes vivaces ou bisannuelles, des enveloppes plus dures, mais pourvues de lenticelles ou pores par lesquels les fibres puissent s'échapper et produire des racines latérales; elle a voulu qu'elles allassent chercher dans les couches profondes du sol l'humidité que leur auraient refusées les couches supérieures pendant la partie la plus sèche de l'année, et elle leur a donné ainsi le moyen de prolonger pendant tout l'été leur végétation qui ne devait pas être suspendue.

Les racines traçantes appartiennent au contraire aux plantes annuelles ou à celles qui se dessèchent en été, et ont un sommeil estival, enfin à des arbres qui ont peu d'évaporation, ou qui sont destinés à habiter des régions ou des sites frais. Mais il est facile de s'assurer qu'en modifiant l'organisation des racines, et en même temps les circonstances naturelles pour lesquelles cette organisation était faite, il est encore possible de procurer à la plante une végétation vigoureuse. Prenons, par exemple, une plante de luzerne; coupons son pivot, et bientôt les fibres perçant en plus grand nombre la dure enveloppe de la racine, ou, s'échappant des bords de la plaie, elles s'étendront latéralement et deviendront traçantes : la plante croîtra avec vigueur, pourvu qu'on lui procure près de la surface et par l'irrigation, l'humidité qu'elle allait chercher dans la profondeur.

D'un autre côté, nous trouverons sur les bords de nos fleuves, et dans les terrains dont le fond renferme des courants d'eau aérés, des racines de blé qui pénètrent jusqu'à 3 mètres et plus de profondeur[1]. Ici ce ne sont pas les racines, mais la disposition des couches de terre qui a été changée.

Cette observation tendrait à trancher la question qui s'est élevée, de savoir s'il existe dans les racines une tendance à chercher la terre qui leur convient, une sorte d'instinct qui leur ferait franchir de grandes distances, souvent d'impénétrables obstacles, pour atteindre telle ou telle couche de terre. Nous devons rappeler à ce sujet les expériences qu'on cite pour et contre cette espèce d'attraction.

La plus frappante en sa faveur est celle de M. Lardier, qu'il rapporte dans les termes suivants[2] :

(1) Outre les exemples nombreux que nous avons observés, voir *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, t. VII, p. XXII des procès-verbaux, à la fin du volume.

(2) *Essai sur les moyens de régénérer l'agriculture*. Marseille, 1820, tome Ier, page 131 et suiv.

« Vers la fin de 1792 nous fîmes ouvrir, à $6^{m}.5$ du tronc d'un figuier très vigoureux, une fosse de $2^{m},60$ de longueur sur $1^{m},30$ de largeur et $0^{m},97$ de profondeur, dans la direction du levant au couchant. Il fut jeté dans cette fosse $0^{m},22$ de bon fumier d'écurie, qui n'occupait que le quart de sa largeur, du côté du nord; on éleva vis-à-vis une muraille en pierres sèches bien serrées de 1 mètre d'épaisseur sur autant de hauteur, et de toute la longueur de la fosse, après quoi on remplit de terre le vide qui restait au dessus du fumier.

« Au mois d'octobre de l'année suivante, cette tranchée ayant été ouverte sans toucher à la muraille, on trouva le fumier rempli de racines de figuier, qui, pour y arriver, avaient traversé la muraille sur tous les points de sa longueur, ce qui avait été annoncé par la pousse plus forte que cet arbre avait faite de ce côté pendant l'été, et par des fruits plus beaux.

« Ces racines ayant été coupées très exactement, et de nouveau fumier ayant été substitué au premier, nous fîmes appliquer sur la façade de la muraille trois planches de chêne de l'épaisseur de $0^{m},3$ qui n'en formaient qu'une au moyen de deux liteaux cloués sur les joints, puis nous fîmes remplir la fosse de terre.

« L'ayant de nouveau ouverte l'année suivante, nous trouvâmes encore le fumier plein de racines de figuier qui s'y étaient introduites en passant dessous les planches, et, après l'avoir enlevé, ainsi que les pierres de la muraille, coupé les racines, reconstruit la muraille, remis les planches en place, enlevé le fumier qui restait, jeté $0^{m},64$ de caillous au fond de la fosse, et couvert de terre le restant, nous en ouvrîmes une nouvelle des mêmes longueur, largeur et profondeur, à 2 mètres de distance de la première, cette seconde fosse fut recouverte de terre lorsqu'on y eut jeté un bon lit de fumier.

« Des travaux plus pressants ayant fait renvoyer la vérifi-

cation de ce nouveau résultat, ce ne fut qu'en décembre 1796 que cette fosse fut découverte en présence de plusieurs personnes, qui certainement n'y auraient pas ajouté foi si elles n'en avaient été les témoins oculaires. Parvenus à la profondeur du fumier, l'étonnement fut extrême en voyant la quantité de racines de figuier qui s'en étaient emparées, de manière que cette fois elles avaient franchi tous les obstacles que nous avions pu leur opposer. Ni une muraille d'un mètre d'épaisseur, ni une planche, ni un grand lit de cailloux, ni un long espace de terre serrée de la plus mauvaise qualité ne purent les arrêter. »

Qu'objecter à cette expérience, si ce n'est qu'il aurait fallu découvrir les racines des autres côtés de l'arbre, et s'assurer qu'elles n'avaient pas poussé aussi dans la même direction et avec la même vigueur? ce qui est tout à fait improbable.

Le même auteur cite encore plusieurs expériences et observations : un figuier, élevé de 6m,5 au-dessus du niveau d'un hangar et à 5 mètres de distance, allongeant ses racines qui viennent s'établir dans un tas de fumier qu'on y avait déposé, passe, pour y parvenir, à travers les joints d'un pavé; des racines de vignes descendant de 7 mètres de hauteur, passant sous les fondations d'une muraille, et remontant à la hauteur d'un mètre pour s'emparer d'un tas de terreau où l'on avait cultivé des renoncules; des racines de figuier, de caprier plongeant à 20 mètres de profondeur jusqu'au fond d'un puits, dont elles avaient rendu l'eau amère, pour venir y chercher l'humidité, etc. Quel est l'agriculteur un peu intelligent qui n'ait fait de semblables observations, surtout sur la tendance des racines à se diriger vers les points où elles doivent rencontrer de l'humidité. Nous pouvons dire, entre autres faits, que les racines d'un mûrier planté près de notre maison se trouvèrent dirigées sous les pavés à une grande distance, quand nous la fîmes reconstruire, et que de tous les côtés de l'arbre

elles s'étaient infléchies vers cette direction. Voilà des faits qui semblent établir l'affirmative de la question.

M. Durand (de Caen) soutient l'opinion contraire[1]; il s'appuie sur deux expériences qu'il a faites : 1° une caisse à deux compartiments, séparés par un diaphragme métallique, reçut d'un côté du sable, de l'autre de la bonne terre. Une des surfaces de la caisse était percée de trous pour l'écoulement de l'eau. Des graines de pois ayant été semées dans le sable, et constamment arrosées d'eau, ont germé, et aucune racine n'a manifesté sa tendance vers la bonne terre. On peut répondre à cette expérience que les pois se plaisent beaucoup dans les terres légères s'ils y trouvent l'humidité suffisante, et qu'aucune raison ne pouvait les déterminer à se diriger vers ce qu'on appelle ici la bonne terre; 2° deux pommes de terre ont été plantées, l'une dans la bonne terre, l'autre dans la mauvaise. Voici comment : deux trous assez profonds furent pratiqués dans le sol; l'un fut rempli de bonne terre, l'autre de mauvaise (l'auteur aurait dû dire ce qu'il entendait par ces mots). Le trou où se trouvait la bonne terre avait 0m,10 de largeur, et tout autour on avait mis de la mauvaise terre. Il y avait donc dans le trou, seulement de haut en bas et jusqu'à la profondeur de 0m,60, de la bonne terre, tandis que dans l'autre excavation, la mauvaise terre se trouvait non-seulement de haut en bas, mais encore tout autour, dans une étendue de plus de 0m,80. Les racines, dans le trou qui contenait la bonne terre, n'ont pas descendu plus que dans celui où il n'y en avait que de la mauvaise; elles se sont dirigées horizontalement et ont quitté la bonne terre; en un mot, elles se sont comportées absolument comme s'il n'y avait eu dans le trou que de la bonne terre. Ici encore on se demande quelle était la qualité de ces deux terres, et, dans le cas où la tendance des

(1) *Comptes-rendus de l'Academie des sciences*, 3 novembre 184

racines aurait été réelle, la raison qui pouvait les déterminer à passer de l'une dans l'autre.

Nous pensons donc que, jusqu'ici, l'opinion commune, qui nous semble fondée sur des expériences et sur des faits, n'a pas été ébranlée, et que la tendance des racines est de se porter vers les points où se trouvent les dépôts de principes nécessaires à la végétation : eau et engrais. Nous ne cherchons pas à expliquer le phénomène, si en effet il est aussi réel que nous le croyons; nous nous bornons à l'énoncer.

Dans les situations ordinaires, l'observation réitérée nous prouve que les arbres étendent leurs racines le plus près possible de la surface du sol, dans la couche supérieure où se trouvent déposés les engrais de toute espèce, naturels et artificiels, mais aussi à une profondeur qui varie selon les climats, et qui est fixée par celle où se trouve en moyenne l'état du terrain que nous avons nommé sa fraîcheur, c'est-à-dire, où, durant les mois les plus secs de l'année, la terre retient au moins 0,15 de son poids d'eau. Les plantes annuelles, celles qui mûrissent avant les grandes sécheresses, s'enracinent dans la couche qui conserve la même qualité hygrométrique pendant la durée de la végétation, c'est-à-dire moins profondément que les arbres. Aussi, quand elles seront surprises par des sécheresses extraordinaires, elles souffriront beaucoup avant d'avoir pu prolonger leurs racines dans la terre humide. La plante n'obéit qu'aux nécessités du moment; mais le cultivateur qui prévoit les circonstances fâcheuses qui peuvent survenir, doit y parer d'avance. Dans la plupart des climats, les sécheresses superficielles sont une des circonstances qui influent le plus sur les résultats des cultures. Nous voyons fréquemment, par exemple, des blés bien garnis, bien venus à la sortie de l'hiver, qui, surpris par la sécheresse de la couche de terre où végètent leurs racines, développent un bon épi, mais qui ne se remplit que de grains avortés, l'eau ayant

manqué pour dissoudre la substance alimentaire qui devait concourir à leur formation. Cet accident est toujours en raison inverse de la profondeur du labour et de la richesse du sol.

Les arbres et les plantes vivaces se garantissent mieux de ces alternatives hygrométriques, parce qu'ils poussent des racines plus profondes qui atteignent les couches suffisamment humides. Il y a donc un grand avantage à solliciter les racines des plantes annuelles à plonger le plus possible, pour les mettre à l'abri des accidents que leur font éprouver le desséchement trop fréquent de la couche supérieure. On les appellera au fond du terrain par les labours profonds, qui ameublissent le sol, leur facilitent les moyens d'y prospérer, y laissent pénétrer l'air, et procurent l'égale répartition des engrais dans toute la couche labourée, de sorte que, trouvant d'abord dans la terre où elles germent les aliments nécessaires à leur enfance, elles soient déterminées à plonger de plus en plus pour atteindre ceux que recèlent les couches plus profondes du sol.

C'est donc à répartir le plus également possible l'engrais dans toute l'épaisseur du sol actif que doivent tendre les procédés de fumure. Une partie de ce travail doit être faite par des moyens mécaniques, une autre par le moyen de l'infiltration. Les eaux pluviales et celles d'irrigation s'emparent, en effet, des substances solubles contenues dans les engrais et les entraînent plus ou moins profondément selon la nature plus ou moins filtrante du terrain et selon son plus ou moins de sécheresse naturelle. Plusieurs essais nous ont prouvé que, dans notre climat du Midi et dans nos terrains argilo-calcaires, l'infiltration ne conduisait pas les sucs fécondants à plus de $0^m,10$ à $0^m,15$ de profondeur ; la quantité conduite dans les couches supérieures allait en diminuant de haut en bas. C'est ce qui est très sensible sur le sol des prairies qui, fumées continuellement en couverture, ne possèdent guère que

cette épaisseur de terre fertile. Si donc on mélange parfaitement l'engrais dans la couche de 0^{m},5 à 0^{m},6 d'épaisseur, on pourra compter que l'infiltration conduira les sucs fertilisants jusqu'à 0^{m},15 et plus, ce qui est suffisant pour les cultures de plantes annuelles et des plantes traçantes. Quant aux plantes pivotantes, et surtout à celles qui sont perennes, comme la luzerne, dont la durée est pour ainsi dire mesurée par la fertilité qu'elles trouvent dans la profondeur, on doit enterrer l'engrais par un travail plus profond, en ayant soin d'ailleurs de le mélanger avec la couche supérieure pour que la plante en puisse profiter dans sa jeunesse.

D'après ce que nous venons de dire, les règles pour la situation à donner aux engrais, sont les suivantes :

1° Le labour qui doit enterrer l'engrais doit être de la profondeur de la couche où se maintient la fraîcheur (0,15 d'humidité du poids de la terre) pendant la durée de la végétation de la plante, diminuée de 0^{m},5. Ainsi, dans les pays humides, comme en Angleterre, on peut fumer en couverture (*top dressing* des Anglais) sans grand inconvénient, car les racines trouvent près de la surface la nourriture et l'humidité qui leur sont nécessaires, si ce n'est dans les années de sécheresse qui se rencontrent parfois, même dans ces climats favorisés. Les prairies arrosées, dont la couche supérieure est maintenue fraîche artificiellement, sont dans le même cas, sous tous les climats. Par la même raison, l'engrais doit être placé d'autant plus profondément que le climat et le terrain sont plus secs. Dans les pays méridionaux, l'engrais en couverture, s'il ne contient pas de substances très solubles, étant lui-même très hygrométrique, s'empare de l'humidité de la terre, en prive les plantes, et on voit alors les terrains fumés de la sorte, et ceux dont le fumier est à trop peu de profondeur, porter des récoltes inférieures à celles des terres fumées.

2° L'engrais destiné aux plantes pivotantes doit être enterré

le plus profondément possible et être incorporé à une couche de terre dont la partie inférieure soit au plus à $0^{m},10$ de la partie inférieure du sol actif, tel qu'il a été constitué par le labour profond qui doit servir à établir ces cultures. Pour bien distribuer cet engrais, la meilleure pratique est d'en enterrer la moitié par un premier labour, celui de défoncement, et une autre moitié par un labour fait à demi-profondeur. D'ailleurs on se donne ainsi le temps d'attendre l'époque de ce second labour, et dans l'intervalle, on a pu préparer la quantité de fumier supplémentaire.

Nous ne parlons pas ici des procédés pour fumer en lignes et à potets; ils seront décrits quand nous traiterons des semis auxquels ces procédés sont associés.

CHAPITRE V.

Des semis.

Nous avons travaillé à écarter de la terre tous les obstacles qui peuvent nuire à la végétation, à lui donner les qualités qui pouvaient lui être le plus favorables; nous l'avons amendée, c'est-à-dire nous en avons banni les causes nuisibles, nous y avons amené, au contraire, quand nous l'avons pu, celles qui répondaient aux besoins des plantes; nous l'avons défendue contre les courants d'air froid par des abris; nous avons cherché à modifier par des mélanges et des *colmates* son sol trop tenace ou trop léger; ensuite nous l'avons cultivée pour fournir aux végétaux une couche meuble dans laquelle ils pussent étendre leur racines sans obstacles et trouver en tout temps un réservoir d'humidité; enfin nous l'avons pourvue de substances nutritives qui lui manquaient, au point de l'exciter à donner le plus grand produit possible de chacun des végétaux

que nous voulions lui confier. Maintenant il faut placer dans la terre le germe de ces végétaux, c'est ce que l'on opère au moyen de semis ou de plantations.

Le semis est l'opération par laquelle on met les bourgeons latents renfermés dans la semence dans des circonstances telles qu'ils entrent en végétation et se développent; la plantation consiste à placer un bourgeon ou un assemblage de bourgeons réunis sur une branche ou sur un arbre dans une situation telle qu'ils continuent à recevoir les sucs nécessaires à leur vie et à leur croissance. Physiologiquement, il n'y a donc d'autre différence entre ces deux opérations que dans l'état actuel des bourgeons dont on veut procurer le développement; sont-ils cachés à l'état latent dans des graines? on sème; sont-ils déjà à l'état de bourgeons renfermés dans leurs écailles? on plante. Mais dans la pratique, la plantation exige plus de soins que le semis, parce qu'il est important de ne pas interrompre les fonctions d'un organe vivant et en voie de développement; tandis que celles du germe renfermé dans la graine ne sont pas encore commencées et que le moment de leur donner l'existence est pour ainsi dire à notre disposition.

Pour réussir dans le semis, il faut être pourvu de graines fécondées et saines, on les place de manière qu'elles soient en contact avec les agents propres à provoquer leur évolution. Ces agents sont l'eau, l'air, ou plutôt l'oxygène, et le degré de chaleur propre à chaque espèce de semence. Leur réunion est nécessaire pour que la graine entre en végétation. Son séjour prolongé dans l'eau à la température nécessaire, mais sous le récipient d'une machine pneumatique où elle serait privée d'air, ne produirait que la décomposition de la graine, qui aurait lieu aussi par son séjour prolongé dans l'eau aérée, s'il lui manquait la chaleur nécessaire; elle ne donnerait aucun signe de germination dans un air sec et chaud.

Pour assurer la réussite des semis, il faudra donc; 1° se pro-

curer des semences fécondées, entières, non altérées et possédant la quantité de fécule nécessaire pour alimenter la plantule jusqu'à ce qu'elle puisse tirer sa nourriture du sol et de l'atmosphère. Ainsi, nous devons rechercher les moyens de juger du bon état des semences, ceux de les conserver jusqu'au moment du semis, de les préparer pour qu'elles soient dans l'état le plus favorable pour germer promptement; 2° les différentes semences ayant besoin d'un temps plus ou moins long pour germer, et ce temps étant en rapport avec la température, nous avons à examiner l'époque où elles trouveront *probablement* en terre l'humidité nécessaire pour cette durée de temps, celle où se rencontrera en même temps la température *minimum* propre à favoriser la germination; 3° l'air oxygéné pénétrant difficilement à travers le sol, il faudra aussi rechercher à quelle profondeur le germe, une fois en mouvement, conservera l'humidité voulue, tout en puisant avec facilité, dans les pores de la terre qui l'avoisinent, l'oxygène nécessaire à son évolution.

SECTION Ire. — *Choix des semences.*

Lorsque des semences surnagent à l'eau, c'est un signe infaillible qu'elles sont impropres à la végétation On peut donc déjà rejeter sans autre examen toutes celles qui, privées des organes accessoires, comme les aigrettes et les membranes, ne vont pas à fond quand on les plonge dans l'eau. Mais ce caractère négatif ne suffit pas pour rassurer complétement sur la valeur de celles qui ont subi l'épreuve, et qui peuvent être inféconde en tout ou en partie.

Pour écarter tout motif de doute, on recourt au moyen suivant : on met une couche de coton dans une soucoupe à moitié pleine d'eau, on parsème le coton de semences à essayer, et la soucoupe est placée dans un lieu où l'eau puisse se maintenir

tiède (à la température de 20° à 25°); les bonnes graines ne tardent pas à germer, et, en comptant celles qui ont levé et celles qui sont restées inertes, on juge de la valeur de la semence. Dans les pays où l'on cultive la garance, dont les graines sont quelquefois si chères, et qui ne lèvent pas quand elles sont vieilles, les cultivateurs soigneux ne manquent jamais de soumettre préalablement à cette épreuve les graines de semence qu'ils veulent acheter.

On devra d'ailleurs écarter soigneusement les parties de graine qui renfermeraient des semences autres que celles que l'on veut confier à la terre. Leur absence constitue ce que l'on appelle la netteté de la semence, qualité fort appréciée des acheteurs.

Mais ce n'est pas tout que de s'être assuré que les semences sont fécondes; on sait que certaines maladies de végétaux se transmettent par leurs graines : tel est le charbon des blés (*uredo carbo*), plante parasite qui attaque les semences, altère leurs principes nourriciers et les transforme en une poudre noirâtre. Il suffit de quelques grains de cette poussière échappée aux grains malades pour que ceux qui sont sains et qui en sont souillés produisent des plantes qui à leur tour seront affectées de la maladie. Il est facile de s'apercevoir à la simple vue si les grains que l'on veut semer sont souillés de poussière charbonneuse; elle noircit les mains quand on les froisse. Les préservatifs du charbon sont difficiles à appliquer et ne sont pas toujours assez certains pour qu'il ne faille pas écarter des semis les graines qui ont subi ce contact.

Il y a plusieurs opinions relativement à la qualité des semences. Faut-il choisir les plus grosses ou les plus petites? Les anciens, Varron[1], Columelle[2], Pline[3], conseillent, quant aux

(1) Lib. I, cap. 52.
(2) Lib. II, cap. 9.
(3) Lib. XVIII, cap. 24.

céréales, de choisir les grains les plus pesants. Ils entendent par là les grains qui sont individuellement les plus pesants, et non ceux dont un certain volume pèse le plus. M. Loiseleur Deslongchamps[1] a montré que 100 grains de seisette de Provence (espèce de froment) pesaient 4gr.,7, et que ces mêmes grains, cultivés près de Paris, acquéraient le poids de 7gr.,74. Or, on sait que le poids de l'hectolitre de blé est, en Provence, de 78 à 82 kilogr., tandis qu'à Paris il n'est que de 76 à 78 kilogr. Ainsi l'hectolitre de seisette, récolté à Paris, contiendrait 1,001,000 grains, et celui récolté en Provence 1,702,080 grains. En supposant donc que les plantes dussent être également espacées dans l'un et l'autre pays, et que l'on employât deux hectolitres de semence sur un hectare, à Paris, ou 2 millions de grains; les deux hectolitres de semence contiendront 2,404,160 grains en Provence, et l'on pourrait s'y contenter de 1hect.,7 pour obtenir le même nombre de plantes qu'à Paris. Aussi les cultivateurs ne manquent jamais de rechercher la semence la plus fine et qui foisonne le plus, si d'ailleurs elle a toutes les qualités requises. Serait-ce une erreur de leur part, et perdraient-ils par les résultats de la récolte ce qu'ils gagnent sur la semence?

Nous écartons comme de raison tous les grains ridés, ce qui annonce que leur écorce est peu garnie de fécule; nous n'admettons que des grains bien remplis et qui n'ont contre eux que leur petitesse. En obtiendra-t-on des plantes aussi belles et des épis aussi bien fournis? Duhamel avait déjà affirmé que de petits glands et de petites châtaignes produisaient de plus beaux plants que les gros glands et les grosses châtaignes; il avait fait voir que le volume des arbres, dans les espèces différentes, n'était nullement en rapport à celui de leur fruit; il voulait seulement que l'on recueillît les petits glands sur de

(1) *Considérations sur les céréales*, pages 179.

beaux et grands arbres, dans l'âge moyen de leur existence [1]. Les expériences de M. Loiseleur-Deslongchamps achèvent de mettre hors de doute que le choix des graines les plus grosses est sans aucune importance pour le semis [2].

« On sait, dit-il, que d'après la conformation de l'épi de blé, celui-ci est toujours composé d'un plus ou moins grand nombre d'épillets rangés alternativement des deux côtés d'un axe commun. Dans les variétés les plus fécondes, le nombre de fleurs est, le plus souvent, de cinq ; dans d'autres il n'y en a que quatre, et dans les moins fertiles, il y en a trois et rarement moins... Il est assez commun que dans les variétés de quatre à cinq fleurs, celle du sommet de l'épillet et même la pénultiéme avortent ; mais lorsque cette fleur ou ces deux fleurs n'avortent pas complétement, elles produisent souvent des grains plus petits, moins pesants, et la différence entre eux et les grains de la base de l'épillet peut être de moitié et même plus, au dessous du poids normal. Voulant savoir ce que produisaient ces très petits grains, qui assez souvent se trouvent perdus dans les vannures et criblures, j'ai pris des grains venus au sommet des épillets, j'ai pris de ceux provenant des épis les plus maigres et les plus chétifs; j'ai choisi dans des tas de grains ceux qui étaient les plus faibles, les plus rabougris, enfin des grains entièrement retraits, tirés d'épis qui étaient à quinze et vingt jours de leur maturité. Eh bien, en semant ces différents grains mal conformés, tous ceux qui ont germé et levé m'ont produit des épis et des grains qui ne différaient point de ceux provenus des plus beaux grains, et, chose tout aussi extraordinaire, il n'y en a pas eu un beaucoup plus grand nombre qui ait manqué de lever.

« Depuis 1836, j'ai répété cette expérience, non une seule

(1) *Traité des semis et plantations*, pages 85.
(2) *Considérations sur les céréales*, pages 207 et suiv.

fois, mais presque toutes les années, et les résultats ont toujours été les mêmes, c'est-à-dire, que tous les grains qui ont bien levé ont produit des épis du même volume et des grains aussi gros et tout aussi pesants que ceux qui provenaient des essais faits avec les meilleurs et les plus beaux grains.

« C'est ici le cas de faire observer que les plus beaux grains de froment, choisis parmi un grand nombre d'autres, et qui pèsent de 25 à 40 pour 100 de plus que le commun des grains, et quelques-uns même 80 à 100 pour 100 de plus, si on les compare aux grains retraits et mal conformés, ne sont pas exempts de produire, lors de la récolte suivante, quelques petits grains défectueux au sommet de leurs œillets et de donner des épis maigres et chétifs.

« Il suit de là que, si l'on vient à considérer l'ensemble de la récolte produite par ces plus beaux grains choisis, elle ne donnera pas des grains qui seront tous de choix comme ceux dont ils proviennent, mais les nouveaux grains ne différeront pas, quant à la grosseur et au poids, de ceux produits par des semences qui ont été prises au hasard. Enfin, si l'on a pris dans la même variété : 1° des grains choisis parmi les plus petits, 2° des grains pris au hasard parmi les moyens, et 3° de très bons grains de choix, et qu'en les sème tous à la même époque et dans le même terrain, ces trois semis, présentant en apparence des conditions si différentes, donneront des résultats qui seront les mêmes, ou les différences, s'il en existe, seront si faibles, qu'à peine elles méritent d'être remarquées, c'est-à-dire, que les mêmes quantités de nouveaux grains produits par les trois catégories ne différeront pas sensiblement entre elles, et leur pesanteur relative sera semblable, ou, si elle diffère, ce ne sera que dans de faibles proportions.

« J'ai répété cette expérience plusieurs fois, et jamais les résultats n'en ont varié. Les grains les plus faibles en ont toujours produits qui étaient remontés au type de leur variété,

tandis que les résultats donnés par les plus beaux étaient descendus au même type. »

L'auteur conclut de là qu'on pourrait sans inconvénient prendre pour semences les grains les plus petits, les fonds de criblures. Nous n'irons pas si loin, mais nous dirons avec lui que la grosseur des grains de semence n'est d'aucune importance, qu'ils reproduisent tous le type primitif de leur variété, seulement avec les modifications propres à l'état du sol auquel on les a confiés. La nature a pourvu largement à la conservation des espèces, comme elle a pourvu à leur multiplication ; et de même qu'une plante produit un nombre de semences dont une très petite partie est destinée à lever, de même elle a placé autour de leurs germes, une quantité de matière, qui excède celle nécessaire à leur développement, et quand par les effets de la richesse du sol, des soins donnés à la plante, les grains prennent un volume plus grand, quand ils amoncèlent une quantité surabondante de fécule, quand leurs parties accessoires, leur périsperme, par exemple, s'élève au-dessus des proportions ordinaires, il ne faut pas croire que ces excédants soient indispensables à la reproduction, que toute la fécule de ce grain renflé passe dans le plumule et le radicule ; car dès que l'un et l'autre opèrent leur élongation, le premier dans l'air, le second dans le sol, ils élaborent immédiatement une nourriture prise en dehors de la graine. C'est ainsi que l'on peut retrancher sans inconvénient un des cotylédons charnus du haricot et du chêne, et que Bonnet était même parvenu à élever un haricot dont il avait retranché les deux cotylédons. Il est vrai qu'il reste toujours une plante en miniature. Duhamel et Tessier ont semé des grains de blé coupés par la moitié, dont ils ne mettaient en terre que la partie qui contenait le germe, et ont obtenu des plantes qui ont accompli toutes les phases de leur existence[1] ; M. Loiseleur-

(1) *Dictionnaire d'agriculture*, de Déterville, art. Froment.

Deslongchamps ayant répété cette expérience, les demi-grains ne levèrent que dans la proportion de 18 sur 100, et ne donnèrent que des plantes languissantes qu'il abandonna[1]. Mais cette expérience ne réussit qu'autant que les grains sont entourés de terreau dans lequel ils puissent trouver immédiatement des matériaux que la diastase puisse convertir en sucre, en attendant que les organes foliacés et radiculaires entrent en action. Or les cultures de ce savant, faites au Luxembourg, étaient bien loin de remplir ces conditions.

Aymen a fait aussi des expériences très variées sur la mutilation des grains de froment. Ils ont levé et ont donné des épis à maturité ; non-seulement il a enlevé une partie de la fécule, mais même une partie du germe. Il a remarqué que les plants qui provenaient de ces essais étaient plus petits dans toutes leurs parties, et que souvent, surtout dans le seigle, un certain nombre d'épis ne contenaient que des fleurs mâles[2].

Mais si le volume des grains destinés à la semaille ne paraît pas une condition indispensable, on ne peut douter que, gros ou petits, ils ne retiennent les qualités des plantes dont ils sont issus. De même que dans les races d'animaux on suit à l'œil pendant plusieurs générations la trace du sang des ascendants, que les petits-fils mal traités, mal nourris des étalons célèbres gardent encore quelque chose de leur origine et de leurs formes; de même quand une plante a été ennoblie par les qualités de sol et de climat ou par une bonne culture pendant une série de générations, ses semences en transmettent quelque chose aux plantes auxquelles elles donnent naissance, et ce n'est qu'après plusieurs générations de mauvais traitement qu'elles descendent au niveau de celles qui ont été négligées de temps immémorial.

(1) *Considérations sur les céréales*, page 217.

(2) *Mémoires des savants étrangers*, tome IV, pages 390, 392 et suivantes.

Les preuves en sont nombreuses et incontestables. Ainsi, les petits pois tirés de Paris restent tendres et délicats à la première génération quand ils sont cultivés dans le midi ; à la seconde leur peau se durcit déjà, et à la troisième ils sont tout à fait semblables aux pois du pays. 100 grains de blé Meunier du Comtat (blé d'Odessa sans barbe) pesaient, récoltés en Provence, 8gr,1 ; cultivés à Paris ils pesèrent 11gr,4; rapportés à Toulon, 10gr,35. Il y avait déjà réduction de poids, mais non un retour complet au type primitif[1] ; la graine de pin de Norwège transportée en France donne des arbres beaucoup plus élevés que si l'on emploie celle des pins de Haguenau, à stature plus basse ; enfin l'exemple le plus frappant de cette hérédité de qualités originelles, c'est l'emploi des graines de lin venues de Riga, en comparaison de celles des autres pays. Ces graines donnent des tiges incomparablement plus élevées; aussi sont-elles si recherchées que la plupart des gouvernements se sont relâchés de la rigueur des lois fiscales pour favoriser leur introduction. Dès la seconde génération, les produits sont moins beaux : aussi ne cesse-t-on de renouveler cette importation quand on se livre avec intelligence à la culture du lin.

Nous avons autour de nous des exemples nombreux des bons effets de ces importations de semences. On tire de Gravezon, en Provence, les blés destinés aux semailles. Ils sont réputés pour leur égalité, leur finesse, leur netteté et leur produit. Toutes ces qualités tiennent à leur sol natal, qui est graveleux, et aussi à la bonne culture qu'ils y reçoivent. Transportés ailleurs, ils donnent une bonne production à leur première récolte; mais, après un petit nombre de générations, leurs descendants reviennent au type du pays où ils avaient été transportés.

(1) Loiseleur-Deslongchamps, *Considérations sur les céréales*, p. 179 et 182.

Thaër[1], Yvart[2], Mathieu de Dombasle[3] n'ont combattu les changements de semences que comme coutume routinière et sont convenus qu'ils étaient utiles quand on avait pour but de se procurer des grains plus parfaits. Tessier a fait de nombreuses et longues expériences, à Rambouillet, pour prouver qu'il ne fallait pas changer les semences lorsque, avec du soin et une bonne culture, on parvenait à se procurer un produit meilleur que ceux qu'on pouvait obtenir d'ailleurs[4]. Si l'on veut poser la thèse en ces termes, nous sommes prêt à y souscrire. Mais nous croyons qu'il y a des terrains, des situations, des climats où, comme cela arrive pour le lin de Russie, les graines de chaque plante acquièrent des qualités supérieures ; nous croyons qu'elles transmettent ces qualités aux plantes qui en proviennent même sur un autre sol et dans un autre climat, et ne le perdent complétement que par une succession plus ou moins longue de générations. Rien de plus naturel et de mieux entendu que de chercher à se procurer ces avantages quand on ne les possède pas. Bien entendu qu'il s'agit ici d'échanges faits de graines d'une même variété, car s'il s'agissait d'acquérir une variété d'une nature supérieure, bien qu'il fût avantageux de la tirer des lieux où la production est la meilleure, on pourrait encore, à défaut, la recevoir dans des conditions moins bonnes, et se réserver de la porter à un plus haut degré de perfection par la culture.

Reste la question de savoir si dans le changement de semences, il faut aller chercher la semence nouvelle au nord ou au midi. Nous craignons bien que la divergence qui se ma-

(1) § 970.

(2) *Succession des cultures*, édit. in-4°, page 172.

(3) *Annales de Roville*, tome IV, page 537.

(4) *Académie des Sciences*, 1790, et *Nouveau cours d'agriculture*, art. Froment.

nifeste ici dans les opinions, vienne encore de ce que la question est mal posée. D'abord on ne l'a réellement examinée que relativement aux céréales et ensuite on ne s'est pas entendu sur les terrains. S'agit-il, en effet, ou d'importer de nouvelles variétés, ou seulement des semences d'une variété cultivée déjà dans le lieu de l'importation, comme dans celui où l'on va la chercher ?

Quant aux variétés nouvelles, en supposant qu'elles eussent des qualités supérieures aux précédentes, il faudrait toujours examiner si, venant d'un pays plus méridional, elles pourraient supporter nos hivers; ou si, venant d'un pays plus septentrional, elles pourraient s'accommoder de nos étés. C'est ainsi que, pour parler de froments, les richelles de Naples, le blé d'Odessa, les touzelles et les saisettes qui sont, de l'aveu de tous, les froments les plus remarquables par leur beauté et la qualité des grains [1], souffrent des hivers du climat de Paris. Le blé Lamma se propageait rapidement dans les départements du nord de la France quand l'hiver de 1820 le détruisit presque complétement. On est effrayé de ce qui aurait pu arriver si la prolongation de la période d'hivers doux avait permis de substituer, dans toute la contrée, cette variété si sensible à celle que l'on y cultive ordinairement. Le mûrier multicaule introduit avec enthousiasme dans les mêmes contrées périt par l'effet de l'hiver de 1839, tandis qu'une variété obtenue de semis par M. Audibert, de Tarascon, a conservé la plupart des propriétés de l'espèce sans avoir sa délicatesse. Nous pourrions en dire autant des vignes qui, tout en résistant au froid, ne mûrissent pas les raisins quand on transporte leurs variétés du midi au nord.

Voilà les faits qui ont pu faire préférer, dans un grand nombre de cas, les importations venant du nord, à celles venues

(1) Vilmorin, *Bon Jardinier*, art. Froment.

du midi. On aurait pu remarquer également que certaines variétés du nord deviennent trop précoces lorsqu'elles sont cultivées dans le midi; c'est ce que l'on a observé pour plusieurs variétés de vignes. La maturité de certains blés y devient aussi trop hâtive.

Mais s'il est question, non plus d'un changement de variété, mais de choisir les semences d'une variété déjà connue et appréciée, la question change de face. La question de climat se trouvant éliminée ou au moins fort réduite, il ne s'agit plus que de chercher où se trouvent à un plus haut degré les qualités qui font rechercher cette variété. Ainsi, veut-on obtenir des grains plus riches en gluten, c'est du midi qu'il faut en tirer les semences; veut-on, au contraire, qu'ils possèdent proportionnellement plus de fécule, c'est alors le midi qui les demandera au nord. Si les meuniers achètent de préférence les grains des pays secs, c'est parce que, conservant moins d'humidité dans leur tissu, ils renferment plus de farine sous le même volume. C'est dans les pays dont le sol est plus riche que les contrés à sol pauvre vont chercher des semences qui, à la première et même à la seconde génération, sont plus productives, et ont plus de netteté, parce qu'elles proviennent d'une culture plus soignée. On tire la graine de lin de Riga, celle du chanvre de la Mayenne, celle de la garance de Vaucluse; le nord s'approvisionne au midi de graine de luzerne et de sainfoin. Nos cépages du midi donnent plus d'alcool que ceux du nord, mais c'est du nord qu'il faut les rapporter au midi, si l'on veut produire des vins plus fins et pourvus de bouquet. Toutes ces préférences se justifient par la nature des produits qui sont favorisés, dans les pays d'où se font les extractions, soit par le climat, soit par le terrain, soit par la culture.

Nous ne pouvons donc qu'approuver les changements de semences toutes les fois que les frais de transport n'en absorbent pas les bénéfices et qu'il s'agit de remplacer un produit

sujet à dégénérer par un produit amélioré. La seule règle générale que l'on puisse adopter c'est d'aller chercher les germes là où le produit est le plus parfait, le plus approprié aux besoins du consommateur, quelque soit le point de l'horizon où l'on doive se diriger.

Il reste un dernier point à éclaircir, c'est celui qui concerne le degré de maturité des semences. Les semences sont renfermées dans plusieurs genres d'enveloppes; les unes s'ouvrent pour laisser échapper la graine et les autres restent fermées jusqu'au moment de la germination; telles sont pour la première classe les gousses des légumineuses, les siliques des crucifères, etc.; et dans la seconde, les fruits du noyer, du pêcher, etc. On dit que pour un assez grand nombre de plantes la maturité est annoncée par la chute du fruit qui se sépare de la tige. C'est ainsi que cela arrive pour le blé, pour le colza, pour les pois, par exemple; tandis que pour d'autres, telles que les cerises, les raisins, le gainier, le cytise, les fruits restent attachés à l'arbre longtemps après leur maturité. Mais en réalité, chez les uns comme chez les autres, la maturité devance toujours d'un temps plus ou moins long le temps de leur séparation de la plante. Ainsi le grain de froment est propre à germer avant l'époque où il s'égraine, mais seulement quelques jours avant; les noyaux de cerise peuvent lever plusieurs mois avant leur siccité; enfin quand on détache un rameau de la plante, il y a un assez grand nombre de graines qui, n'étant pas encore mûres, achèvent de mûrir dans leurs enveloppes. Ce sont celles dont la tige se sèche naturellement par le bas, mais conserve encore de l'humidité à son sommet à l'époque de la maturation; tel est par exemple le colza : ou celles encore qui ont un placenta charnu dont les semences peuvent absorber les sucs pour compléter l'œuvre de leur maturation; telles que les pois et les haricots que l'on recueille dans leurs gousses, les chardons, les melons, etc.

Les céréales paraissent aussi rentrer dans cette catégorie. La question des moissons hâtives a été souvent agitée et résolue favorablement par les grands praticiens. Le célèbre Coke d'Holkham coupait le blé de très bonne heure, lors même que la tige et l'épi étaient encore verdâtres, et que le grain n'était pas encore dur. Il prouvait qu'il achevait de mûrir dans les enveloppes[1], et ne se plaignait pas de l'inconvénient qui, selon M. Crud[2], menace les blés provenus de semences qui ne sont pas parvenues sur pied à parfaite maturité, celui d'être attaqués par la carie. Des expériences de M. Desmichels faites dans le Midi tendraient à établir la même doctrine[3]. Nous croyons qu'en effet la maturité *germinative*, si nous pouvons l'appeler ainsi, de la plupart des graines devance le moment où elles sont complétement durcies; des expériences de Senebier démontrent qu'il a pu faire germer des pois encore en lait en les plaçant immédiatement en terre et dans une situation où ils ne pourraient pas se dessécher; mais d'après nos propres observations, il arrive assez souvent que le placenta des céréales se dessèche lui-même trop rapidement pour qu'il puisse fournir aux graines tous les sucs nécessaires au complément de leur formation; alors le grain se ride, diminue de volume, n'acquiert pas son poids naturel, et, quoiqu'il soit propre à la germination, on se trouve trompé à la vente, soit quant à l'apparence, soit quant au poids et au volume. Ces causes doivent agir d'une manière moins fâcheuse dans les pays humides, où les tiges se dessèchent moins rapidement après la moisson. Au reste, les observations que nous venons de rapporter peuvent encore être utiles dans la pratique en rassurant les cultivateurs qui, ayant des moissons étendues à faire, ne craindront pas de les commencer quelques jours

(1) *Système d'agriculture de Coke*, par Morand, p. 36 et suiv.
(2) *Économie rurale*, § 175.
(3) *Annales de l'agriculture française*, tome XIX, page 199.

avant la maturité complète, et pourront ainsi mieux combiner le temps de leurs opérations.

A partir de cette maturité germinative, les graines achèvent de se constituer par l'addition de matériaux fixes et de carbone; le mucilage sucré qu'elles contiennent se solidifie, et dès lors elles ne peuvent plus perdre de volume et de poids par la dessiccation, et elles vont au fond de l'eau. C'est dans cet état seulement qu'on peut être certain qu'elles ont toutes leurs qualités, et qu'une récolte prématurée n'a pas compromis leur germe; c'est dans cet état seulement qu'il faut les choisir quand on les destine à la reproduction.

Section II. — *Conservation des semences, durée de leurs facultés germinatives.*

Nous n'avons pas à traiter ici de la conservation des graines dans le but de les réserver pour la consommation, mais de la manière de maintenir le plus longtemps possible leur faculté germinative.

L'étrange discordance qui règne au sujet de la durée de cette faculté, dans les diverses espèces de plantes, nous prouve combien ce point a été peu étudié. On sait en général que les graines des plantes légumineuses ont une vitalité très prolongée; M. Girardin fit germer des haricots pris dans l'herbier de Tournefort, où ils étaient déposés depuis plus de cent ans. Nous avons cité l'exemple de Thaër, qui avait trouvé sous un vieux bâtiment une terre qui, transportée sur les planches d'un jardin, y fit germer une multitude de marguerites dorées qu'on n'avait jamais vues à cette place. Un grand nombre d'exemples semblables nous prouvent que la vitalité des germes peut subsister pendant un grand nombre d'années quand ils ont été placés dans des conditions favorables. On ne s'informe guère de l'âge de la graine de luzerne, de sainfoin,

de sensitive; celles de melon, de tabac, de raves, de colza sont bonnes après plusieurs années de conservation, et, d'un autre côté, les noix, les noisettes, les amandes ne peuvent plus germer après leur première année; il y a beaucoup moins de graines de garance de la seconde année qui germent que de graines de la première, et plus elles sont vieilles, plus elles deviennent inféconde.

Aucune plante n'a été l'objet de plus de recherches que le blé. Pline assure en avoir vu germer qui avait cent ans de conservation; Howe parle de la germination de graines de seigle qui avaient cent quarante ans. Quand les graines n'ont pas été conservées en grande masse, qu'elles n'ont pas été entourées d'acide carbonique et placées hors de l'atteinte de l'oxygène, comme cela arrive au milieu des amas considérables, nous croyons que leur vitalité est très longue. Nous avons semé des blés qui avaient été tenus en petite quantité dans des bocaux mal fermés, et qui ont bien réussi, quoiqu'ils eussent une vieillesse probablement assez grande. Il n'en est pas de même des blés amoncelés dans des greniers ou placés dans des silos. D'après nos observations, c'est avec raison qu'on préfère les grains de l'année précédente, et qu'on a remarqué qu'ils perdent progressivement, et dans une assez forte proportion, leur faculté germinative, et qu'enfin, au delà de quatre ans de conservation, ils cessent presque complétement de se reproduire. Dans ses expériences, Loiseleur Deslongchamps a trouvé que sur 100 grains de blé de cinq ans, il n'en sortait que 72 du blé carré de Sicile et 16 seulement du blé de Sainte-Hélène; mais à huit ans le blé carré de Sicile ne donna pas un seul signe de germination [1].

Il est donc essentiel de tenir les blés destinés à la semence assez étendus pour qu'ils ne soient pas privés du contact de l'air. On doit préférer ceux qui sont les plus récents, et si on

(1) *Considérations sur les céréales*, page 232 et suiv.

les achetait au dehors et sans connaître leur âge, on ne devrait les accepter qu'après les avoir soumis préalablement aux épreuves que nous avons indiquées plus haut.

Section III. — *Profondeur à laquelle les grains doivent être enterrés.*

La nature se contente de déposer les semences à la surface du sol, où, à peine abritées par quelques herbes, par quelques feuilles mortes, quelquefois sans aucun abri, elles germent et se développent. Mais aussi quelle multitude de graines elle produit, et quelle énorme proportion de ces graines est détruite en comparaison de celles qui perpétuent leur espèce! Elle a été prodigue, parce que les graines ne sont pas seulement pour elle les rudiments de plantes nouvelles, mais qu'en créant les plantes elle multipliait en même temps les animaux granivores pour lesquels elle préparait cette nourriture, et qui devaient, en la recueillant, servir eux-mêmes à la réussite des plantes qui leur échappaient. Le porc, en parcourant les forêts, mange cent glands, mais il en enfouit un avec son grouin, et ce gland suffit pour repeupler le taillis. Nous qui nous occupons surtout de la multiplication d'une même espèce de plantes, qui voulons faire la part qui nous convient aux animaux que nous élevons, nous devons rechercher les moyens de placer les semences de manière à ce que toutes, ou le plus grand nombre possible, germent et se reproduisent.

Nous avons vu qu'il fallait à la graine de l'humidité, de la chaleur, de l'oxygène; qu'il les lui fallait d'une manière constante pendant la durée de la germination, durée qui était différente selon les espèces; qu'il fallait ces trois choses réunies en même temps et à dose convenable. Ainsi, supposons un climat humide et nébuleux : la semence déposée à la surface du

sol y trouvera l'humidité et l'air qui lui sont nécessaires, et, quand la température sera arrivée au degré convenable, elle germera sans craindre ces coups de soleil qui peuvent lui imprimer pendant la journée une chaleur de 50 degrés, qui, plusieurs fois répétée, suffit pour détruire sa vitalité. Aussi, dans ces climats, on enterre peu les semences; un coup de herse suffit pour les céréales; on sème le trèfle à découvert. Ces semis n'échouent que dans les années exceptionnelles.

Supposons, au contraire, un climat sec, venteux et à ciel serein. La graine, humectée par des pluies qui ne tombent qu'à de longs intervalles, sera ensuite desséchée par les vents, qui, dans ces alternatives d'humidité et de sécheresse, finissent par détruire le germe. Ici l'on ne peut donc semer à découvert. Quand on le fait, les céréales sont sujettes à sortir clair-semées, et les trèfles ne réussissent que dans les années exceptionnelles.

On sait ensuite que la chaleur atmosphérique varie du jour à la nuit, mais que la température devient de plus en plus constante à mesure qu'on s'enfonce en terre, au point qu'à une certaine profondeur, variable selon les climats, elle se fixe et représente la température moyenne de l'année, pour obtenir une germination qui, du moment de son départ, ne soit pas arrêtée jusqu'à ce qu'elle soit accomplie, il faudrait placer la graine dans une position telle que, dans la saison où se fait la semaille, la température ne descendît jamais au-dessous de celle qu'exige le grain pour germer. Pour le froment, par exemple, cette température minimum est de 4°,7 à 5° [1]. On voit que, pour cette plante semée en automne, il suffit d'un très léger approfondissement pour qu'elle n'éprouve jamais une température plus basse dans le centre de l'Europe et dans le

(1) *Considérations sur les céréales*, par Loiseleur-Deslongchamps, page 237.

Midi, à l'époque de la germination. Quant aux semis faits à la fin du printemps et en été dans les contrées du Midi, ils doivent être abrités du soleil et suffisamment enterrés pour que la terre qui entoure les germes, et les germes eux-mêmes, n'éprouvent pas de dessèchement subit et réitéré.

Mais la nécessité de ne pas soustraire le germe à l'action de l'oxygène de l'air, qui pénètre toujours de plus en plus difficilement dans le sol à mesure que ses couches deviennent plus profondes, met une limite assez étroite à l'approfondissement des graines, surtout dans les terrains compactes et tenaces. De nombreuses expériences ont été faites en différents temps pour la déterminer; elles ont eu lieu principalement sur le blé. M. Laure, grand partisan, et avec raison, des semis superficiels quand ils sont possibles, nous dit qu'il résulte de ses observations que les plantes produisent d'autant moins que les graines ont été plus enfoncées en terre, et que celles qui se trouvent à $0^m,08$ de profondeur pourrissent presque toutes [1]. Selon M. Barreau, dans le climat de Paris, les graines qui réussissent le mieux sont celles qu'on enterre de $0^m,029$ à $0^m,058$; celles qu'on enterre à moins de $0^m,29$ ne germent qu'en petit nombre; de $0^m,16$ à $0^m,33$, elles ne donnent aucun signe de germination [2]. On voit que, dans l'un et l'autre climat, $0^m,06$ à $0^m,08$ sont la limite inférieure qu'il ne faut pas dépasser pour obtenir un bon semis; c'est celle au-dessous de laquelle les plantes manquent d'une quantité suffisante d'air respirable. Si le terrain renfermait beaucoup de terreau, il est probable que cette limite devrait être encore rapprochée de la surface.

M. Moreau (du Nord) a fait des expériences rapportées par M. de Villeneuve [3]; il forma treize planches égales, dont cha-

(1) *Lois fondamentales de la nature*, page 58.
(2) *Annales de la Société d'horticulture*, tome XX, page 108.
(3) *Manuel d'agriculture*, 2e édit., tome I, page 358.

cune fut semée avec 150 grains de blé placés à différentes profondeurs :

Numéros des planches.	Profondeur. mill.	Grains levés sur 100	Nombre d'épis.	Grains récoltés par planche.
1	160	5	53	682
2	150	14	140	2,520
3	135	20	174	3,818
4	120	40	400	8,000
5	110	72	700	16,560
6	95	93	992	18,534
7	80	125	1,417	35,434
8	65	130	1,560	34,339
9	50	140	1,590	36,480
10	40	142	1,660	35,825
11	25	137	1,461	35,072
12	10	64	529	10,587
13	0	20	107	1,600

On voit dans cette table que, dans le département du Nord, le maximum du produit a été obtenu de grains enterrés de 0m,025 à 0m080 de profondeur; au-dessus et au-dessous de ce terme les produits se réduisent subitement de moitié.

On a cru longtemps que les grosses graines devaient être mises plus avant dans la terre, et en proportion de leur grosseur; d'après les expériences de M. Laure, les amandes, les noix, les châtaignes pourrissent en terre sans germer quand on les enfonce au-dessous de 0m,8 [1].

Les circonstances qui accompagnent le développement des racines des plantes viennent encore à l'appui du principe que les graines doivent être placées aussi près du sol que cela est possible. Lors de la germination, on sait que les plantes enfoncent leur radicule en terre, et lancent leur plumule verticalement vers la surface du sol, à moins d'obstacles qui les forcent à obliquer pour reprendre ensuite leur direction naturelle. Un peu au-dessous du point de départ de la racine que l'on nomme *collet*, partent des radicules marchant

(1) *Lois de la nature*, page 61.

presque horizontalement pour ne pas s'éloigner du contact de l'air oxygéné, et formant une espèce de verticille autour de la racine. Mais quand le collet est trop profond, outre ce premier verticille, il s'en forme bientôt un second plus près de la surface, et partant de la tige souterraine; alors les radicules du premier verticille s'oblitèrent, et le collet est transporté à la naissance du second. Cette organisation ascensionnelle a lieu plus ou moins tard. Pour les froments semés en automne, elle ne se forme souvent qu'au printemps suivant; jusqu'à cette époque la température des couches supérieures n'ayant pas été suffisante pour la provoquer, ou les plantes n'ayant pas assez de force pour former ce nouveau système radicellaire, qui est pour elles comme la seconde dentition des enfants. Mais cette assimilation manquerait d'ailleurs d'exactitude; car, si le froment a été semé à la profondeur convenable, s'il a pu émettre ses premières racines partant de la radicule à $0^m,3$ ou $0^m,4$ de profondeur, il est dispensé de former un second étage de racines, et le développement de la plante ne se trouve pas suspendu par l'effort qu'exige l'émission de la nouvelle couronne radicellaire, qui se manifeste par une espèce de crise maladive de la plante qui jaunit jusqu'à ce qu'elle soit terminée [1]. Ce n'est qu'alors que la plante reprend vigueur.

La conclusion de tout ce qui précède, c'est : 1° que les graines doivent être mises en terre à une profondeur qui n'excède jamais $0^m,08$; 2° que cette profondeur doit être telle que le germe puisse se développer sous l'influence d'une humidité et d'une chaleur suffisantes; 3° qu'ainsi elle pourra être d'autant moins grande que le climat et la saison seront plus humides; qu'on pourra, dans les climats et les saisons pluvieuses, se dispenser pour ainsi dire d'enterrer les graines: elles germeront à la surface du sol dès que la température le

(1) Mourgues, *Société économique de Berne*, 1839, 2e part., p. 156.

leur permettra. Des semis considérables de graines de pin faits sur la neige ont réussi à souhait; presque aucune graine n'a été perdue; la neige, en se fondant, a suffisamment enfoui la graine. En Angleterre et dans le Nord, on ensemence le blé avec un simple coup de herse, tandis que dans le Midi de la France, pour les mettre à couvert des alternatives du hâle et de l'humidité, on se sert d'un léger araire ou d'un scarificateur qui pénètre en terre de $0^m,05$ à $0^m,06$. Les semis devront être d'autant plus profondément enfouis que la saison menace de ces alternatives; ils le seront plus quand le printemps sera avancé que dans l'automne, ou à la fin de l'hiver; 4° le semis doit être d'autant moins profond que la graine met moins de temps à lever, parce qu'alors on peut choisir son temps sans craindre d'être surpris par la sécheresse ou le froid avant la levée des germes; 5° le semis des graines couvertes de leurs enveloppes peut être tout à fait superficiel. C'est ainsi que le semis de trèfle incarnat, par exemple, que l'on n'a pas dépouillé de sa bourre, que celui du sainfoin qui reste dans sa gousse, réussissent sans qu'il soit nécessaire d'enterrer les graines, ces enveloppes étant des corps hygroscopiques qui conservent longtemps l'humidité, et mettent la graine à l'abri des causes de dessèchement. Par la même raison, quand on veut faire réussir des semis de luzerne ou de trèfle faits dans une saison suspecte sous le rapport de la sécheresse, il convient de ne pas mettre leurs graines à nu, comme on le pratique pour les rendre marchandes.

Section IV. — *De l'époque des semis.*

Pour exposer les principes qui doivent nous guider dans le choix de l'époque des semis, nous croyons ne pouvoir mieux faire que de rechercher les conditions qu'exige la plante le

mieux connue, le blé, et de cette analyse nous pourrons déduire les principes généraux que nous cherchons à établir.

Chaque semence placée dans un milieu suffisamment humide et aéré ne germe qu'après avoir reçu un certain nombre de degrés de chaleur. Il en est de l'œuf végétal comme de l'œuf animal. La poule couve les siens pendant dix-huit à vingt-un jours, selon la saison, et son assiduité à rester sur ses œufs leur communique une chaleur de 42°; c'est donc une somme de 756° environ que les œufs de poule exigent pour éclore. Le germe du blé entre en mouvement quand, avec l'humidité nécessaire, il éprouve une température qui dépasse + 5°. Ainsi, quand on a une série de jours où la moyenne thermométrique indique une température supérieure à ce minimum, le blé commence à germer. Son germe perce l'épiderme quand il a reçu une succession de températures diverses égales à 84°. Ainsi à Orange la terre, à 0m,02 ou 0m,03 de profondeur, ayant au mois de novembre 14°,6 de température moyenne [1], le blé germera en 5j,7. Si l'on semait en octobre, mois où cette température est de 21°,1, la germination aurait lieu en 4 jours; au mois d'août, avec 30°, on l'obtiendrait en un peu moins de 3 jours. A Paris, la température de la terre étant de 14°,5 en octobre, le blé germe en 5j,8; mais en novembre elle n'est plus que de 7°,8, et la germination n'a lieu qu'en 10j,7.

Mais si le blé étant en terre, il vient s'interposer une série de jours dont la température soit au-dessous de 5°, ils ne doivent pas être comptés, car alors le mouvement vital du germe est suspendu, et le blé peut rester ainsi plus d'un mois en terre sans germer quand on le sème un peu trop tard. Si la gelée descend dans le sol au point d'atteindre le blé quand les germes sont déjà développés, il en périt un grand nombre, et alors les blés sortent clairsemés.

(1) Tome II, page 78.

Après le solstice d'hiver, nous retrouvons des séries de jours dont la température, accompagnée de l'humidité de la terre, nous permet d'espérer le succès des semailles. Ainsi à Orange, dès la fin de janvier, il se présente des températures de 5°, et en février elles vont jusqu'à 10°; mais dans cette saison leur prolongation est peu assurée, et la germination peut subir de nombreuses interruptions. A la fin de février, cependant, il ne gèle plus en terre, et l'on pourrait alors faire des semailles qui réussiraient. A Paris il faut attendre le mois de mars pour obtenir les mêmes chances. Si dans le premier de ces pays les semis de blé de printemps réussissent rarement, si dans le second ces blés sont toujours très inférieurs à ceux d'automne, cela tient à des causes tout à fait indépendantes de la bonne germination. A Orange la sécheresse de la terre ne cesse d'augmenter, par l'effet des vents et du soleil, du mois de février jusqu'en automne, et elle est ordinairement très forte en mars[1]. Or, les plantes ont d'autant plus besoin de l'humidité du sol qu'elles sont plus jeunes et moins profondément enracinées. Elles ont donc beaucoup à souffrir de la sécheresse du printemps. Cet effet est moins marqué dans la région des céréales; mais les années extraordinaires de sécheresse arrivent assez fréquemment pour que le produit moyen des blés de mars en soit sensiblement affecté.

Il arrive souvent qu'après les semailles les sécheresses surprennent les plantes avant que la germination soit accomplie. Une légère pluie peut mettre le germe en mouvement, et il peut être ensuite repris par une nouvelle sécheresse qui l'arrête. Cet accident peut se répéter plusieurs fois, et si le dessèchement du germe devait toujours lui être fatal, il est facile de prévoir combien la culture deviendrait chanceuse. Th. de Saussure, à qui la science agricole a tant d'obligations, et qu'elle

(1) Tome II, page 116.

vient d'avoir le malheur de perdre, a fait les expériences les plus intéressantes à ce sujet, et l'exactitude qui caractérise tous ses travaux ne peut laisser aucun doute sur les résultats qu'il annonce. Elles ont eu lieu sur les semences de froment, de seigle, d'orge, de maïs, de vesces, de lentilles, de cresson alénois, de chou, de moutarde, de chanvre, de laitue et de sarrasin. Toutes ces graines supportent plus ou moins bien le desséchement après la germination; mais celles de fèves, de haricots, de pourpier de raiponce et de pavot sont dépourvus de cette faculté.

Parmi celles qui possèdent cette propriété, les unes sont revenues à la vie après avoir éprouvé 35° de chaleur à l'ombre: une température plus élevée les faisait périr; mais les graines de froment, de seigle, de vesce et de chou ont supporté 70° de chaleur au soleil, et ont repris d'autant plus facilement la vie que leur germination était moins avancée. Elles ont repris leur végétation, même après cinq ou six mois de desséchement. M. de Saussure observe que cette faculté que possèdent certaines graines germées de reprendre vie, après un desséchement momentané, est une des circonstances qui corrigent les variations extrêmes de l'état de l'air, et qui rendent certaines plantes plus robustes que d'autres [1].

Les plantes qui possèdent cette faculté peuvent donc attendre la série de jours d'humidité chaude qui est nécessaire pour leur germination et leur naissance. Si la semence du blé est mise en terre de très bonne heure, au mois de juillet, par exemple, sur un terrain suffisamment frais, elle germera rapidement, et poussera bientôt de nombreuses feuilles et de nombreuses racines; la plante ne pourra fructifier en automne, à cause de l'abaissement progressif de la chaleur et

(1) *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, tome III, partie 2, pages 1 et suivantes

de l'accroissement progressif de l'humidité terrestre, mais elle pourra être fauchée. Au printemps suivant, elle rentrera vigoureusement en végétation; tout son travail radicellaire étant accompli d'avance, elle profitera de toute la chaleur de la saison et mûrira de sept à quinze jours avant celles qui, semées tard en automne, auront subi au printemps la crise nécessaire pour former leur verticille supérieur de racines. Mais voici ce qui arrivera : à moins que ces plantes précoces n'aient été disposées en touffes ou en lignes, de manière à faciliter le passage des instruments, les herbes adventices pousseront avec le blé, elles seront si nombreuses qu'elles s'empareront d'une grande partie des sucs de la terre, et la récolte restera médiocre.

C'est ce qui fait retarder les semailles des blés d'automne. Aux premières pluies de la fin de l'été, la terre se recouvre de mauvaises herbes, le labour qui succède les détruit, et la plante du blé peut alors s'emparer du terrain sans rencontrer de rivales qui ne trouvent plus une température suffisante pour germer ou au moins pour se développer. Si l'on sème le blé de bonne heure au printemps, cette plante étant une de celles qui exigent pour germer le degré de chaleur le moins haut, elle peut s'étendre et se fortifier avant qu'une température plus élevée n'ait pu mettre en mouvement les semences des plantes sauvages.

Cette analyse nous conduit aux principes suivants : 1° Tout semis doit être précédé d'une œuvre qui extirpe complétement toutes les herbes adventices qui couvrent la terre et celles qui ont commencé à germer ; 2° il ne faut jamais semer une graine avant que la température du pays n'ait atteint le degré nécessaire à sa prompte germination, pour qu'elle ne puisse se laisser devancer par les plantes adventices qui germeraient avec un degré moindre de chaleur; 3° même après avoir atteint cette température, il ne faut semer que quand on est

assuré d'avoir atteint une époque météorologique où les couches de terre qui doivent recevoir la semence seront et se maintiendront dans un état d'humidité nécessaire pendant le temps requis pour la germination de la plante, ou au moins sans qu'il soit probable que cet état se présentera prochainement. Comme ces probabilités existent généralement en automne, on ne craint pas de devancer l'arrivée de cette humidité, qui pourrait devenir trop grande pour permettre les labours de semaille; aussi le proverbe dit-il qu'il faut semer dans la poussière en automne et dans le mortier au printemps, parce que dans la première de ces saisons on marche vers l'humidité, et dans la seconde vers la sécheresse. Les terres qu'on peut arroser avant et après les semis nous dégagent de toute incertitude sur l'époque de l'humidité, et il suffit alors d'être assuré de la température nécessaire pour pouvoir semer en toutes saisons.

La considération de cette époque est d'ailleurs inutile pour les semences qui restent très longtemps en terre, comme celles de l'olivier, de l'aubépine, du pêcher, du rosier, etc. Leur coque dure ne se pénétrant d'eau qu'avec beaucoup de lenteur, mais aussi la retenant avec force, on abrége beaucoup le temps de la germination en brisant ou limant la coque. Nous avons proposé, il y a longtemps, le premier procédé pour le semis d'oliviers[1]; il a été reproduit avec un instrument propre à casser le noyau sans endommager l'amande. La germination a lieu, alors, en quelques jours. On obtient aussi une plus rapide germination des semences d'aubépine, en faisant manger les baies par des dindons et en les recueillant dans leur fiente.

Au contraire, les graines qui sont contenues dans des péricarpes indéhiscents, et surtout quand elles y sont solitaires ou

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, tomo VII, page 109

peu nombreuses, si d'ailleurs ces péricarpes ne sont pas d'une nature ligneuse, ne doivent pas en être séparées, surtout si on les sème au printemps, dans un temps où les retours de sécheresse sont à craindre. Telles sont celles de trèfle, de luzerne, de sainfoin, surtout si on les sème à la surface du sol et sans les enterrer.

4° L'époque des semis doit être aussi éloignée que possible de celle de la fructification, mais à la condition de ne pas nuire aux arrangements économiques de la ferme, de telle sorte que le développement de la plante en racine soit complet avant le temps où les tiges s'élèveront. Ce précepte sera toujours facile à suivre pour les plantes semées en ligne, pour lesquelles on ne craindra pas la pousse en concurrence des plantes sauvages.

5° Pour les plantes qui ne sont pas semées en lignes ou en bouquets, l'époque de leur semis doit être celle où elles pourront s'emparer du terrain sans craindre la concurrence d'autres plantes. Ainsi, à la fin de l'été, on ne devra semer qu'après que les semences des plantes adventices, favorisées par le retour de l'humidité, auront germé et couvert la terre, et que l'on aura pu les détruire complétement par un labour. Au printemps, si la semence de la plante cultivée germe par un degré de chaleur moindre que la masse des plantes adventices, il faut la semer de très bonne heure ; si au contraire elle exige un degré de chaleur assez élevé, il faudra attendre la sortie des plantes adventices et opérer leur destruction avant de faire le semis. Ainsi le blé pourra être semé au mois de février ou de mars et sera déjà maître du terrain, quand, en avril, la température fera apparaître la foule des plantes nuisibles; mais la luzerne, qui exige 12° de température moyenne, pour entrer en mouvement, ne sera semée qu'après leur apparition et leur destruction.

SECTION V. — *Distance à mettre entre les plantes.*

Si l'on observe, au moment de sa germination, un semis d'arbres, de mûriers par exemple, semés très épais, on trouve le sol entièrement couvert de jeunes plantes qui sont à peine éloignées d'un demi-centimètre l'une de l'autre. Laissez-les croître sans y toucher et revenez les voir six mois après, le plant se sera éclairci de lui-même, un grand nombre de plantes trop faibles auront péri, les plus fortes auront pris le dessus et auront résisté. Après un an, nouvelle réduction, et ainsi de suite jusqu'au dernier âge. Les plus fortes l'auront emporté sur les plus faibles et il n'aura survécu à chaque période que le nombre de celles qui auront su s'approprier, dans le sol, les éléments nécessaires à leur existence : que si, au contraire, un plant s'est trouvé isolé de tous les autres, il se sera étendu sans trouver de résistance et aura pris tout le développement dont il est susceptible.

Ce développement complet de la plante qui exprime l'idée de l'accomplissement libre de toutes ses fonctions vitales, la multiplication de ses bourgeons limitée seulement par ses dispositions constitutionnelles, n'est pas toujours ce que nous pourrions appeler son développement utile. On ne cultive pas toutes les plantes dans le même but. Dans la sylviculture, par exemple, on cherche à multiplier les tiges, on ne se préoccupe que de leur production et de leur ampleur ; il en est de même du chanvre et du lin ; pour d'autres plantes, comme les pommes de terre, les topinambours, les betteraves, c'est leur tige souterraine ou leurs racines que l'on veut obtenir. Quant aux plantes dont on recherche les fruits, on demande aux unes la qualité, aux autres la quantité : on supprime une partie des bourgeons des unes, pour que ceux qu'on ménage soient mieux nourris et mieux disposés ; on cherche à obtenir le plus grand nombre

de pousses des autres. Enfin quand on veut obtenir le fruit ou la graine d'une plante, il n'est pas certain que son plus ample et plus libre développement en produise une proportion absolue plus considérable, et que quatre plantes, par exemple, venues médiocrement, ne portent pas plus de graines qu'une seule plante, qui sur le même espace de terrain aura développé tout le luxe de sa végétation. Dans ce cas, le développement utile ne sera donc pas le développement complet. Le premier est toujours relatif pour chaque plante à l'abondance de la partie de la plante que l'on recherche, à celle de ses racines pour la garance, à celle de sa tige pour le chanvre, à celle de ses feuilles pour la luzerne, à celle de son péricarpe pour le pommier, à celle de ses grains pour le froment.

Ainsi, prenons le blé pour exemple; nous trouvons que dans les cultures de M. Dailly, à Trappes, près Versailles, où l'on ensemence la terre avec 3 hectolitres par hectare ou 3,000,000 de grains environ (300 par mètre), un mètre carré pris au milieu de la pièce présentait 177 pieds qui n'avaient pas tallé, 13 pieds doubles, 3 pieds triples ; total 193 pieds, non compris 21 tiges ou pieds avortés ; qu'ils ont produit 212 épis, donnant 2^{lit},3 de grain (23 hectolitres par hectare) ou 2,300 grains de blé; chaque épis fournissant ainsi un peu moins de 11 grains de blé en moyenne. Chaque pied de blé occupait donc un espace de 0$^{m\ carr.}$ 0056 et ils étaient séparés entre eux par un intervalle de 0^{m},07483 [1].

Si nous passons à un autre extrême, M. Poulet, cultivateur à Salon, ayant, en 1798, transplanté 57,200 pieds de blé sur 6,337 mètres carrés, ces plants occupaient chacun 1108 centimètres carrés et etaient placés à la distance de 33^{c},28, environ 11 plantes par mètre carré; c'est presque cinq fois la distance des grains semés à la volée. Il n'avait ensemencé, pour se

(1) Loiseleur-Deslongchamps, *Considérations sur les céréales*, p. 58.

procurer du plant, que $3^k,5$ de blé, comprenant 74,468 grains. La récolte fut de $15^h,8$, ou 2,686,000 grains, ou 2,686 par mètre carré. C'était 300 grains par plante [1], et cependant malgré ce grand produit pour chaque plante, le produit relativement à l'étendue du terrain fut beaucoup moins favorable que celui du semis à la volée.

Considéré sous ce point de vue, l'espacement des plantes dans la culture ne peut rien emprunter à la physiologie végétale, telle que cette science est aujourd'hui constituée. Il faut recourir aux enseignements de la pratique, et celle-ci est bien loin de nous faire connaître expérimentalement les distances qui, dans chaque cas, peuvent le mieux favoriser le développement utile des différentes espèces de plantes.

C'est qu'aussi le problème ne peut pas être résolu d'une manière générale, et qu'il dépend même pour chaque plante d'une foule de circonstances qu'il faut pouvoir apprécier. Ainsi, il y a une propriété des plantes, que l'on nomme leur *tallement*, et qui consiste dans l'émission d'un grand nombre de jeunes tiges se développant sur la tige primitive, qui n'a pas lieu dans tous les terrains et dans tous les cas. Si la terre est riche, bien ameublie, que la température soit chaude, la saison humide, et les plantes convenablement espacées, elles talleront; au contraire dans les terrains pauvres et secs, elles ne talleront pas, et elles ne le feront pas non plus si elles sont tellement serrées que la richesse du terrain ne puisse pas fournir à un plus grand nombre de tiges que celles qui sont primitivement sorties. En se fiant à la multiplication par le tallement, on court donc une chance qui dépend de l'état météorologique de la saison, c'est-à-dire d'un élément incertain. Voilà ce qui explique pourquoi les cultivateurs pré-

(1) *Mémoire* de Poulet, et *Mémoire de la Société d'agriculture de la Seine*, tome V, page 81.

fèrent, le plus souvent, garnir eux-mêmes leurs champs d'un nombre suffisant de tiges, destinées à porter chacune un moindre nombre de fruits, capables de soutirer par leur nombre tout l'engrais que la plante peut s'assimiler, plutôt que de faire une économie de semences qui les met à la merci des intempéries, relativement au succès définitif de la récolte.

L'époque de la plantation et du semis des plantes annuelles décide aussi de cette question du tallement. Semez, à l'époque ordinaire, des grains de blé à la distance de 0m,10 ou 0m,15, malgré le tallement le plus favorable obtenu au printemps suivant, on n'arrivera qu'au résultat de Poulet, et peut-être n'y arrivera-t-on pas. Semez ce grain en juillet ou aout, à cette même distance, semez-le en pépinière et transplantez-le en octobre; il tallera déjà dans la même année, et au printemps suivant, n'ayant aucune crise de production de racines à traverser, on aura de 300 à 500 tiges par mètre carré aussi pressées que celles qui le sont le plus dans les semis à la volée et la récolte sera abondante. Mais pour procéder ainsi, il faut être dans des circonstances exceptionnelles, qui ne peuvent faire règle.

Si l'on remarque d'ailleurs que, pour les récoltes dont nous avons sous les yeux les détails, les produits des céréales indiqués sont réellement proportionnels à l'état de fertilité du sol, quand elles sont semées à la volée, ou que semées en ligne, elles ont pu garnir le sol, sur la même étendue superficielle de 300 à 500 tiges; si nous ajoutons ensuite que les plus forts produits obtenus du froment dans nos climats (79 hectolitres par hectare, obtenus par Arthur-Yong [1]) indiquent un maximum de 26 grains de blé par épi, si l'on suppose 300 épis par mètre carré, ou 16 seulement en supposant 500 tiges; que cependant on trouve des épis de tiges isolées qui ont jusqu'à 180 grains de blé par épi, nous conclurons : 1° que

(1) Tome XIII, page 68.

nous sommes loin encore d'avoir porté la culture du blé à sa perfection; 2° qu'il y a lieu de rechercher avec soin les moyens d'obtenir, sans une augmentation de frais proportionnelle, des épis mieux garnis, et que la grande différence qui sépare les 11 grains des épis de la culture des environs de Paris et les 180 grains obtenus d'un épi complet ne permet pas de douter qu'on peut parvenir à une notable augmentation de produits; 3° qu'on doit chercher d'abord dans les fumures proportionnelles aux récoltes que l'on veut obtenir; 4° on remarque en outre que dans les expériences citées par M. Loiseleur-Deslonchamps [1], on trouvait, chez M. Dailly, qu'un mètre de terrain situé sur le bord du champ présentait 298 épis et donnait 3 décilitres de grains. (30 hectolitres par hectare), tandis que le mètre situé au milieu du champ n'avait que 212 épis et ne présentait qu'une récolte de 2d,3 (23 hectolitres par hectare), qu'ainsi il y a lieu d'attribuer au contact de l'air et de la lumière un effet marqué sur la production; que cette cause est d'autant plus sûrement la véritable que d'autres cultures effectuées par touffes donnent les mêmes résultats; nous en conclurons que le second moyen auquel on doit recourir pour perfectionner la culture des céréales est un espacement des tiges, tel que l'air et la lumière circulent facilement dans les intervalles; 5° que ce moyen est d'autant plus à considérer que quand les tiges sont trop rapprochées, l'abondance de leur feuillage, qui les abrite de la lumière, entretient à leur pied une humidité excessive, et qui cause leur étiolement, qu'alors elles sont sujettes à se courber en approchant de leur maturité; que les épis mûrissent mal, ras de terre, se souillent de boue, et sont difficiles à moissonner et à dépiquer; 6° qu'enfin il faut cependant se garder d'exagérer cet espacement qui, en favorisant la végétation et augmentant

(1) *Considérations sur les céréales*, page 58.

le produit de chaque plante en particulier, diminuerait la récolte totale.

Telles sont les considérations qui doivent nous guider pour la distance à donner aux céréales, comme aux autres plantes annuelles à graines. Nous examinerons, en traitant des cultures spéciales, ce que l'on a fait et ce qu'il faut faire encore pour remplir ces indications.

Nous observerons, au reste, que dans les semis en touffe ou en ligne, il y a deux espèces de distance à considérer ; celle des touffes et des lignes entre elles, et celle des tiges dans la touffe ou la ligne. Il peut en résulter une distance moyenne qui donne autant de plantes par mètre carré que dans le semis à la volée. Ainsi nous voyons Coke d'Holkam employer pour les semis en ligne autant de semence que pour le semis à la volée, et son élève, M. Blomfield, jeter jusqu'à 3h,5 de semences par hectare. C'est qu'ils ont appris à ne pas compter trop sur le tallement des tiges. Dans le jeune âge, les plantes semées en lignes ou en touffes ont tout l'espace nécessaire et ne s'ombragent pas entre elles, et plus tard l'air circule mieux dans les espaces vides, quoique les plantes soient très serrées dans ceux qu'elles occupent.

Il y a d'autres éléments d'appréciation de la distance pour les plantes dont on recherche les racines ou les tiges souterraines ; celles-ci sont, en général, tubéreuses ou fuliformes ; la garance seule les a fibreuses ou allongées. Les premières ont leurs radicules peu allongées, elles vivent sur le terrain qu'elles occupent comme l'huitre sur son rocher. Dans une saison donnée leur produit doit être relatif à la quantité de substances nutritives qu'elles trouvent dans tout le cube qu'elles peuvent occuper par leurs radicules. Ainsi, pourvu que nous connaissions la portée extrême au-delà de laquelle elles ne peuvent atteindre les éléments nutritifs, il sera assez indifférent de les rapprocher plus ou moins ; seulement le produit

de chaque plant et la grosseur des tubercules seront en raison directe de leur écartement, et le produit total restera le même. Resterait à savoir si l'on aurait plus d'avantages à la vente des gros tubercules qu'à celle des petits, et dans quelle proportion. Des expériences ont été faites pour rechercher cet éloignement maximum et nous le rapportons à l'article de leurs cultures spéciales.

Quant à la garance, comme les racines tout à fait fibrillaires se vendraient mal et qu'il faut qu'elles acquièrent un certain volume qui est proportioné au développement de la tige, il est évident que des semis trop épais ne lui conviendraient pas. C'est encore l'expérience qui semble avoir décidé de l'écartement que l'on doit donner aux plantes.

Les prairies permanentes sont comme des forêts herbacées qu'il est difficile d'éclaircir. Là chaque plante se fait sa place, et la main de l'homme n'y peut rien, si ce n'est pour détruire les plantes nuisibles ou inutiles. C'est à nous de proportionner les engrais aux besoins de cette végétation pressée, si nous voulons lui faire produire des tiges élevées.

Il n'en est pas de même des prairies artificielles. Leur durée est bornée, et si nous attendions que les plantes se fussent faites d'elles-mêmes leur place, nous arriverions à la fin de leur existence, sans avoir recueilli les produits que l'on en peut attendre. Les luzernes, les sainfoins, les trèfles trop serrés produisent des tiges grêles, peu ramifiées. Il y a donc une certaine discrétion à mettre dans le rapprochement de ces plantes. Il n'est pas bien sûr que la pratique soit encore arrivée au point juste qui pourrait favoriser les plus grands développements.

S'il s'agit de plantes vivaces et d'arbres, les conditions d'écartement des plantes sont surtout dépendantes de la richesse du sol. Ainsi un oranger vit dans une caisse étroite si on lui fournit abondamment les engrais qui lui sont néces-

saires ; l'olivier porte d'abondantes récoltes dans le creux d'un rocher; le mûrier pressé dans les plantations prospère sous les mêmes conditions. Mais si la main du maître n'est pas toujours prête à leur distribuer leur nourriture annuelle, le cube de terrain dans lequel s'étendent leurs racines est bientôt épuisé, et il faut alors leur donner un espacement en rapport avec sa richesse naturelle, avec les facultés d'extension de ces racines, et avec la nécessité de laisser aux branches et rameaux le développement nécessaire pour porter leurs fruits.

Les distances assignées pour ces nécessités diverses sont encore modifiées par le genre de culture, de sarclage et d'ameublissement que l'on applique au végétal. Si l'on se sert des bras de l'homme pour l'effectuer, la distance peut être moindre que si l'on employait la force des animaux. L'homme peut, par son adresse aidée de son intelligence, faire prendre à son outil toutes les directions possibles et ménager la plante en la cultivant; l'animal ne peut lui imprimer que la direction rectiligne. Dans ce dernier cas, il faut donc semer en lignes assez espacées pour qu'il puisse passer dans les intervalles sans endommager le végétal.

Telles sont les considérations générales qui s'appliquent à l'espacement que doivent avoir les plantes entre elles dans les semis.

SECTION VI. — *Quantité de semence.*

L'espacement des plantes entre elles, ou leur espacement moyen sur une surface de terrain quand il s'agit de semer en lignes ou en touffes détermineraient la quantité de semences à employer, si l'on était assuré de la sortie de chaque graine. Mais cela n'est vrai que pour les cultures où chaque graine est semée individuellement après avoir été soigneusement choisie. On sème une graine dans un vase avec la certitude

d'avoir une plante ; on sème une certaine quantité de graines à la main dans un pochet, et l'on obtient autant de plantes que l'on a semé de graines ; mais quand la scène agricole s'agrandit, surtout quand la machine y faisant son apparition vient suppléer a l'intelligence de l'ouvrier ; quand travaillant en fabrique le travail est plus grossier et plus imparfait, ce n'est plus le nombre des plantes à obtenir, mais celui des grains qui réussissent qui peuvent servir de base au calcul.

En effet, selon le degré plus ou moins avancé de la culture on expose les germes à des chances diverses. Ainsi, voilà un terrain argileux, le jardinier y dépose une graine, mais il a soin de la recouvrir de terreau pour qu'elle n'ait pas à traverser une couche de terre durcie par son dessèchement, avant sa germination. En le labourant, l'agriculteur couvre les graines de mottes que le rouleau et la herse ne brisent qu'imparfaitement ; il l'y enterre à des profondeurs variables, et en laisse une partie à découvert.

Cette dernière partie devient la proie des oiseaux, ou bien éprouve des alternatives trop fréquentes de dessèchement et finit par périr ; celle qui a été recouverte par une motte dure ne pouvant la pénétrer pourrira en terre, ou bien les tiges naissantes se contourneront pour arriver au jour et ne produiront que des plantes faibles et épuisées. Enfin dans les semis qui auront été faits avec le plus de soin et dans une terre ameublie, il se sera formé à la surface de certaines natures de sol, à la suite de la pluie, une croûte qui en durcissant opposera un grand obstacle à la sortie des jeunes plantes. Nous pourrions citer une multitude d'autres obstacles que rencontrent les graines pour venir à bien dans la grande culture. La question du nombre des tiges à obtenir sur un espace donné est donc différente de celle des bons grains à semer sur ce même espace. Cette dernière tient aux risques que tel ou tel mode de semis fait courir aux graines. Plus la culture est perfec-

tionnée, plus elle a pu mettre les semences à une profondeur convenable, les recouvrir d'une couche de terre meuble, et plus il y aura de ces semences qui germeront et produiront une tige; ensuite les jeunes tiges prospèreront d'autant plus et se conserveront d'autant mieux qu'elles auront l'espace nécessaire pour leur développement et que l'on n'aura pas voulu les entasser de manière à se dérober la subsistance et se faire mutuellement la guerre.

Si l'on considère ensuite que pour la culture du blé, par exemple, toutes les terres en bon état finissent, dans la culture générale, par avoir à l'époque de la moisson une quantité de tiges à peu près égale dans tous les sols et dans tous les climats, on aura de la peine à s'imaginer que ce résultat ait pu être produit par une aussi grande diversité dans la quantité de blé semé que celle qui est annoncée par le tableau suivant :

	Par hectare. hectol.	
En Sicile	1,19	De Candolle-Boissier, *Quest. d'écon polit.*
Angleterre (nord)	1,39	Arthur Young, t. III, p. 342.
Berne	1,42	Crud, sur Hoffwyl, p. 140.
Angleterre (sud et est)	1,60	Arthur Young, t. I, p. 173, et t. V, p. 268.
Anciens Romains	1,68	Dickson, *Agricult. des anciens.*
Nîmes	2.02	
Allemagne	2,39	Thaer, § 977.
Genève	2,62	Pictet, *Assolements.*
Bloomfield (Angleterre)	3,00 à 3,50	Gourcy, *Voyage en Angl.*, p. 59.

Ces quantités si diverses sont-elles toujours indiquées par une saine appréciation des résultats de la pratique; il est permis d'en douter. Ainsi Schwerz remarque qu'en Alsace, dans des terres où l'on met habituellement 2h,90 de semences par hectare, il a vu deux semis faits, l'un avec 1h,45 et l'autre avec 0h,92 qui étaient drus et bien venants, tandis que celui qui avait été semé à la dose ordinaire était en partie couché. En

Languedoc, Mourgues obtenait, avec $0^h,95$ de semences, des récoltes égales à celles des champs voisins ensemencés avec $1^h,90$. Pour obtenir 300 tiges simples provenues de 300 graines, il faudrait semer en Alsace (l'hectolitre contient un million de grains) 3 hectolitres de blé; en Languedoc (l'hectolitre contient 1,700,000 grains) $1^h,70$. Dès qu'on emploie moins de semences, on compte sur le tallement, et par conséquent sur une excellente culture, sur un terrain meuble, sur des printemps suffisamment humides et chauds. C'est à l'appréciation diverse qu'on fait de ces circonstances qu'on doit attribuer les grandes variations qu'on aperçoit dans ce tableau; et l'on voit, par les pratiques nouvelles de M. Coke, déjà cité, et par celles de M. Bloomfield, que ces grands cultivateurs, mettant en balance l'économie du grain destiné aux semailles et les incertitudes des saisons, en sont arrivés à mettre en terre un nombre de grains égal ou supérieur à celui des tiges qui finiront par rester pour porter graine.

Arthur Young a fait des expériences pour connaître dans son sol et dans son climat la quantité de semences de blé qui était le plus convenable. Voici les résultats qu'il a obtenus de quatre ans d'expériences [1] :

Par hectare.	Produit
lit.	lit.
44,9	538
89,7	883
179,4	1706
224,3	1862
269 2	1706
314,0	1234
359,0	965
458,0	718
448,0	538

Ainsi la quantité de $2^h,24$ est celle qui a donné le plus grand

(1) *Œuvres* d'Arthur Young, tome XII, page 53.

produit. C'est 224 grains devant donner 300 tiges, les tiges étant aux grains semés dans le rapport de 134 à 100.

D'un autre côté, que nous apprend l'expérience faite à Trappe que nous avons rapportée plus haut? c'est qu'un semis fait avec 3 hectolitres, ou 33 litres par hectare comprenant 330 grains, avait donné 193 pieds de blé et 212 épis· ainsi moins de tiges que de grains semés dans la proportion de 100 à 64. Dans le champ le mieux garni de la ferme de Rambouillet, le mètre ensemencé avec 254 grains portait 304 tiges et 447 épis, et dans une autre terre du même domaine, ensemencée avec 238 grains par mètre, on trouvait 258 tiges et 340 épis. Ainsi, dans le premier, le rapport des tiges aux grains semés était de 120 à 100, et dans le second de 110 à 100. Voilà pour la culture ordinaire[1]. On voit donc que, dans cette culture, le rapport des grains qui produisent une tige à celui des grains semés s'élève ou s'abaisse au-dessus ou au-dessous du pair, selon des circonstances difficiles à apprécier, car il s'agit ici de récoltes d'une même année. Il y a donc lieu de croire qu'excepté quand il s'agit de cultures plus compliquées, comme, par exemple, de blé semé au plantoir ou en lignes et cultivé au pied pour favoriser le tallement, on ne doit pas beaucoup s'écarter pour le semis du nombre de 250 grains par mètre carré, qui peuvent produire 300 épis environ ; ce qui donne 2h,5 de grain par hectare dans le nord, où le tallement est presque assuré. Ou si, comme M. Bloomfield, on redoute le tallement comme donnant des épis moins beaux et moins pleins que les tiges maîtresses, on doit employer trois hectolitres de semences.

Quant aux pays méridionaux, dont les printemps sont plus secs, mais dont les blés sont plus fins et moins pesants (chaque hectolitre contient environ 1,700,000 grains), pour

(1) Loiseleur Deslongchamps, *Considérations sur les céréales*, p. 59.

obtenir 300 tiges par mètre, on devra employer 2ⁿ,12 de semences.

L'analyse à laquelle nous venons de nous livrer s'applique aux autres genres de semis faits en grand. Selon le plus ou moins de facilité que les plantes trouvent à germer et à taller, le nombre des grains employés doit être égal, supérieur ou inférieur à celui des tiges que l'on veut obtenir ; et ces facilités tiennent à trois causes différentes qui ne peuvent être appréciées d'une manière générale : la nature du terrain, celle du climat, et la culture plus ou moins soignée que l'on donne aux plantes.

SECTION VII. — *Préparation des semences.*

Depuis l'eau végétative de Vanhelmont qui devait augmenter prodigieusement la fécondité des semences qui y avaient été immergées, on a préconisé un grand nombre de préparations ; ce sont en général des dissolutions de salpêtre et d'autres sels dans lesquels on baigne les semences. Arthur Young fit de nombreuses expériences pour constater la propriété des différents mélanges qui avaient été proposés. Après avoir fait tremper les semences pendant 6, 12, 18 et 24 heures dans ces liqueurs il obtint, du blé qu'il avait ainsi traité des récoltes exactement pareilles à celles que lui donnaient les grains qui n'avaient reçu aucune préparation. Ces mélanges étaient les suivants : 1° saumure de sel ; 2° jus de fumier ; 3° lessive de salpêtre ; 4° sang de taureau ; 5° eau écoulée du fumier de cheval ; 6° urine ; 7° urine, chaux et colombine ; 8° sel, colombine et cendres ; 9° urine et sang de taureau ; 10° lessive de chaux ; 11° lessive de cendres de bois ; 12° dissolution de colombine ; 13° salpêtre, cendres, colombine, urine ; 14° suie et eau ; 15° suie et urine, etc. [1].

(1) *Expériences d'agriculture*, tome XII des Œuvres d'A. Young, p. 59. Le détail des expériences est seulement dans le texte anglais.

Mais de toutes ces liqueurs végétatives celle qui a été la plus célèbre est celle de l'abbé Vallement[1], qu'il appelait liqueur universelle. Voici quelle en était la recette : on mettait dans un cuvier 13 litres de crottin de cheval, autant de fiente de bœuf, 6 litres et demi de colombine, autant de crottin de mouton, et autant de cendres ; on y ajoutait 5l.60 de vin commun, un kilogramme de salpêtre : on faisait dissoudre ces matières et on les mêlait avec l'eau dont on remplissait le cuvier. C'est dans cette liqueur que l'on faisait infuser les semences ; c'est aussi avec elle que l'abbé Vallement conseillait d'arroser les plantes. Nous ne doutons nullement de l'efficacité de cet arrosage, toutes les substances employées sont de très bons engrais ; mais quand on se borne à l'immersion des semences on n'obtient jamais de résultat appréciable.

Ces tentatives se renouvellent encore, et l'on annonce fréquemment de nouvelles eaux végétatives ; cependant il est facile de comprendre que l'embryon ne peut absorber de nourriture avant sa germination, que pendant la germination il la trouve condensée en quantité plus que suffisante dans la semence. C'est donc après le développement du germe qu'il est surtout important de mettre les matières nutritives à portée de la jeune plante. Aussi vient-on de proposer une nouvelle modification du mode d'emploi de ces liqueurs. C'est ce qu'on appelle le *pralinage* des semences. Il consiste à faire adhérer à la graine un mélange pâteux d'urine et d'argile plastique, qui renferme ainsi quelques parcelles de substances azotées, dont la jeune plante peut s'emparer dès que par son évolution elle a percé les enveloppes de la graine. Nous ne pouvons en disconvenir, cette méthode offre un utile auxiliaire à la croissance du végétal pendant les premiers jours de son existence ; mais des expériences directes peuvent

(1) *Curiosités de la nature et de l'art.*

seules démontrer les résultats économiques que l'on doit en attendre.

Si, jusqu'à présent, on n'a pas obtenu un grand résultat de toutes ces préparations végétatives, il en est autrement de celles qui ont été employées pour combattre les maladies des graines. Au nombre de ces maladies, une des plus fâcheuses est causée par des cryptogames parasites dont les sporules s'attachent au périsperme des graines et germent ensuite sur la jeune plantule, l'accompagnent pendant son existence sous une forme latente, mais se développent ensuite sur le grain nouveau quand il est formé et s'emparent de sa substance. Ces cryptogames décrits par Decandolle[1] sont connus des agriculteurs sous les noms de nielle, de charbon, de carie. Ils affectent les céréales et aussi plusieurs autres genres de plantes. Il suffit de quelques-uns de ces sporules qui restent attachés aux graines sous forme de poussière noire pour produire de nouvelles générations de cryptogames. Plusieurs substances ont été proposées pour les détruire, depuis l'époque déjà ancienne (1755) où Tillet s'en est occupé le premier. L'expérience a prouvé que le sulfate de cuivre, le sulfate de soude associé à la chaux, le sulfate de cuivre ou la chaux associés au sel marin, avaient une efficacité incontestable, que la chaux employée seule et l'arsenic en avaient une beaucoup moindre ; que les blés provenant d'une récolte dont les semences avaient été préparées au sulfate de cuivre contenaient des traces de cuivre dans leur substance. Dans cet état de la question et quand on possédait incontestablement des moyens de préservation au moyen de substances innocentes, il était de l'intérêt public de proscrire l'emploi des substances vénéneuses, de l'arsenic, dont l'effet était douteux et dont la possession entre les mains des cultivateurs avait occasionné de si déplorables résultats, des empoisonnements coupables ou involontaires; du sulfate de

(1) *Flore française*, tome VI.

cuivre, dont on retrouvait des traces dans la génération suivante des graines. Après cette élimination, il restait la chaux unie au sel marin, et la chaux unie au sulfate de soude, qui sont en dernière analyse les moyens qu'on doit surtout récommander [1].

Dans ses expériences, M. Mathieu de Dombasle avait obtenu des succès de la chaux, de la chaux unie au sel marin, du sulfate de cuivre uni au sel marin, du sulfate de cuivre seul, mais seulement après avoir fait tremper le grain 24 heures dans les mélanges de chaux ; 2 et 6 heures dans ceux de sels de cuivre ; le simple chaulage par immersion avait été sans succès [2]. Or ces procédés étaient très embarrassants. Voici ce que dit l'auteur de ces expériences : « Le grain qui a été plongé 24 heures dans l'eau se trouvait tellement détrempé et gonflé, qu'il s'échauffait et se gâtait promptement si on le remettait en tas, de sorte qu'il exigeait beaucoup de place pour l'étendre sur le plancher en couches minces. D'un autre côté, un semeur pouvant répandre 12 hectolitres de semence par jour, il faudrait un cuvier de 15 hectolitres au moins par semeur, pour pouvoir préparer chaque jour le blé nécessaire au lendemain.

Mathieu de Dombasle fit alors de nouvelles tentatives et proposa enfin le moyen que nous allons indiquer, qu'il regardait comme complétement efficace, et dont la bonté a été constatée par les nombreuses expériences de M. de Girardin.

L'opération se fait dans une pièce dallée ou carrelée. On fait dissoudre 8 kilogrammes de sulfate de soude par hectolitre d'eau dans un cuvier. On accélère la dissolution en agitant fortement le liquide; lorsqu'elle est complète, elle peut se conserver

(1) *Nouvelles expériences sur le chaulage des blés*, par Girardin; *Travaux de la Soc. d'agric. de la Seine Inférieure*, octobre 1815, page 465.

(2) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 351 et suiv.

pendant toute une semaine. On réduit de la chaux calcinée en poudre en la faisant fuser par l'addition d'une petite quantité d'eau. Cette dernière préparation se fait au fur et à mesure des besoins. On répand un hectolitre de froment au milieu de la pièce, et on tient le grain agité et retourné vivement au moyen d'une pelle de bois, pendant qu'on l'arrose de la liqueur autant qu'il peut en absorber sans qu'il s'en écoule hors du tas. Ordinairement le grain absorbe 6 à 8 litres de solution par hectolitre. Alors, sans perdre de temps, on prend de la chaux en poudre avec une écuelle de bois dont on a pesé une première fois le contenu, et pendant que les ouvriers remuent et brassent vivement le grain et la chaux on en ajoute successivement jusqu'à la quantité de 2 kilogrammes. Lorsque tous les grains sont exactement couverts de chaux l'opération est terminée. On rejette cet hectolitre dans un coin de la pièce et on procède de la même manière pour un nouvel hectolitre. Chaque opération ne dure que quelques minutes, et l'on peut sulfater ainsi la quantité de grains nécessaire pour semer pendant plusieurs jours. Le grain paraît sensiblement sec et peut se conserver en tas sans s'altérer au moins pendant la durée des semailles. Si l'on craignait qu'il s'échauffât on pourrait remuer le tas[1].

Des procédés analogues devront s'appliquer à la préparation des semences de tous les végétaux, le seigle, le maïs, par exemple, dont les grains sont attaqués par les uredos, ou des sclérotions.

Section VIII. — *Des germes qui ne sont pas contenus dans les graines des plantes.*

Quoique toutes les plantes se multiplient par leurs semences, cependant on a trouvé plus profitable d'employer les germes

(1) *Annales de Roville*, t. IX, p. 274.

de certaines d'entre elles déjà disposées en bourgeons. Ainsi, par exemple, la graine de la pomme de terre ne donne à la première année que de très petits tubercules ; mais ceux-ci mis en terre produisent des tubercules plus gros. Pour hâter la production de cette plante on emploie donc ses bourgeons en enterrant ses tiges souterraines. On gagne ainsi une année qui aurait été perdue, si on avait commencé par l'ensemencement des graines. On se sert du même procédé pour la batate et le topinambour ; les griffes de l'asperge sont des rejets enracinés qui croissent sur les racines de la plante mère ; les éclats de la partie inférieure de la tige de l'olivier servent aussi à sa multiplication ; enfin on plante les tiges elles-mêmes quand elles sont très vivaces. C'est ainsi que l'on opère pour le saule, le peuplier, le platane, la vigne, le fraisier ; si la tige a moins de vitalité, on la couche en terre et on la blesse en un point sans la séparer de sa racine ; la partie courbée produit des racines, et on peut ensuite séparer le nouveau plant de la tige mère : c'est ainsi qu'on opère pour regarnir les vignes de plants au moyen des plants voisins. Tous ces procédés exigent des opérations que nous décrirons plus tard ; nous nous bornerons en ce moment à rappeler que les semis ont quelquefois pour objet de mettre en terre d'autres germes que ceux qui sont renfermés dans la graine.

CHAPITRE VI.

Pratique des semailles.

Quelque procédé qu'on emploie pour confier à la terre les semences des plantes, il y a une distinction capitale à faire entre celles qui ont lieu en automne et celles qui ont lieu au printemps dans tous les pays où l'hiver amène des gelées. C'est

faute d'y avoir réfléchi que l'on a établi des principes si confus relativement aux semailles ; ce que nous allons dire ne peut être qu'une application de ceux que nous avons établis dans le chapitre précédent.

SECTION 1re. — *Semailles d'automne.*

Les semailles d'automne diffèrent de celles du printemps par les chances que les gelées font courir aux jeunes plantes. Nous avons à prévoir en outre, 1° l'humidité habituelle et croissante de la terre dans cette saison ; 2° les gelées superficielles qui, en augmentant le volume de la couche supérieure du terrain, la soulèvent et avec elle les plantes dont les racines rampent à sa surface ; 3° les dégels superficiels tandis que le fond de la terre reste gelé, dégels qui mettent pendant le jour les plantes en macération dans une eau froide, lui enlèvent son calorique, dont s'empare la glace, qui passe à l'état liquide. Cette eau se regelant ensuite pendant la nuit détache, par ses changements successifs de volume, la terre qui tient aux racines. Si le sol a de la profondeur naturelle ou acquise par les labours, les eaux s'infiltrent rapidement ; cet écoulement est facilité en outre par le soin d'ouvrir avec le butoir de larges rigoles d'écoulement dans le sens des pentes diverses que présente le sol. Rien n'annonce mieux une culture intelligente que la multiplication suffisante et la bonne direction de ces rigoles. Ces soins préviennent le premier des dangers que nous venons de signaler, celui qui résulte de l'humidité habituelle et croissante du sol pendant l'hiver.

Les terres, selon leur nature diverse, sont plus ou moins sujettes à être soulevées par les gelées et les dégels successifs de la terre. Les terres gélisses sont celles qui sont le plus sujettes à ces inconvénients. Elles ont pour caractère de se déliter d'elles-mêmes en se séchant. Ces terrains, peu compacts à leur

surface quand ils sont secs, laissent arriver trop facilement l'air aux racines qui se dessèchent; aussi les cultivateurs les ensemencent quand elles sont humides, pour que la terre remuée en cet état reste inégale, motteuse. Les grains y germent malgré l'enveloppe qui les enferme, et les premières sécheresses ou les premiers dégels pulvérisent le sol et recouvrent les plantes et les racines. C'est ainsi que l'effet de la gelée est atténué et que le végétal se trouve replanté. Si au contraire on a semé dans la terre meuble et sèche, la surface du sol manque de parties saillantes, et la plante, arrachée par la gelée, reste à nu lors du dégel. Ainsi, dans les terres gélisses, il faut se garder d'écraser les mottes après les semailles, il faut laisser au terrain son aspect inégal, raboteux; après sa pulvérisation il s'aplanit de lui-même, en assurant la réussite des plantes qui y ont germé.

Dans les terres compactes et qui ne sont pas gélisses, on sème par les temps secs et après avoir convenablement brisé les mottes qui persisteraient et ne feraient que nuire à la végétation, comme pourraient le faire de véritables pierres. Mais aussi ces terres ont le défaut de former une croûte continue à la surface, quand celle-ci est mouillée; et si une pluie survient avant la sortie des plantes, et que cette pluie soit suivie de sécheresse, les germes emprisonnés ne peuvent plus se faire jour, si on ne leur ouvre passage au moyen d'un léger hersage.

SECTION II. — *Procédés divers pour les semailles.*

On enterre les grains de plusieurs manières : 1° au moyen du plantoir; 2° dans de petites fosses creusées en terre avec la houe à la main, et que l'on nomme *poquets*; 3° sous la raie de la charrue; 4° au moyen des scarificateurs et de la herse; 5° au moyen du semoir.

Les semis au plantoir ne sont généralement usités que pour les grosses semences, telles que les amandes, les noix, les châtaignes, les fèves, etc. La terre ayant été convenablement ameublie par les labours, on enfonce dans le sol, à la profondeur jugée nécessaire, le plantoir à une ou à plusieurs pointes. On a eu soin d'indiquer cette profondeur sur la tige du semoir par un arrêt transversal ou par une marque. On jette dans le trou qui a été formé une ou plusieurs graines, et on les recouvre en faisant tomber avec la pointe de l'instrument la terre des bords sur la graine. Dans les petites propriétés on sème quelquefois le blé lui-même de cette manière pour économiser la semence.

La main-d'œuvre nécessaire pour accomplir ce travail est très considérable. Schwerz rapporte [1] que M. Dierxsen ayant fait une expérience sur le temps qu'exigeait cette plantation, trouva qu'il lui fallait 35 journées de 10 heures pour ensemencer un hectare, chaque grain occupant $0^{m},89$ carrés ; les lignes étant espacées de $0^{m},33$ et les trous dans la ligne de 0,027. En Angleterre, on compte qu'un homme muni d'un plantoir double et suivi de trois enfants pour placer les graines, peut ensemencer de la sorte 23 ares par jour, les lignes étant espacées de $1^{m},14$ et les grains dans la ligne de $0^{m},76$, et chaque plante ayant ainsi $0^{m},87$ carrés à peu près. Le travail, dans le premier cas, coûterait $35 \times 5^{k},75$ de blé $= 201^{k},25$ de blé. Dans le second cas :

$$\frac{(1 \times 5^{k},93 + 3 \times 1^{k},96) \times 100}{23} = 51^{k},50 \text{ de blé.}$$

On voit combien les résultats économiques peuvent différer entre eux, selon la manière d'opérer et les agents qu'on emploie. Dans ces deux opérations, il entre environ 11 plants

(1) *Agriculture belge*, tome I, page 280.

par mètre carré, par conséquent 110,000 par hectare. D'après notre expérience de plantage fait au moyen de trois femmes qui se suivent, l'une faisant les trous, la seconde y jetant les graines, la troisième les recouvrant, il faut 5 secondes environ pour chaque trou, ainsi 550,000 secondes ou 153 heures, ou enfin 19,1 journées de 8 heures de femmes, valant $57^k,3$ de blé, ce qui se rapproche de l'expérience anglaise. Dans la nôtre, la semaille était trop claire pour nos climats du midi, où le tallement est incertain : il aurait fallu la quadrupler; mais alors il en aurait coûté $229^k,2$ de blé, c'est-à-dire plus que la valeur de la semence faite à la volée. Nous pensons que si l'époque de la semaille avait été rapprochée, qu'on l'eût faite, par exemple, à la fin de septembre dans notre climat, le blé aurait assez tallé pour que 11 plants par mètre eussent garni la terre. Alors, en effet, l'économie de semence aurait bien couvert la dépense, puisqu'on n'aurait employé que 220,000 grains, c'est-à-dire 10 kil. environ de blé, au lieu de 160 que l'on emploie communément.

On conçoit cependant que de pareilles pratiques ne peuvent être suivies que dans des pays où la population surabonde, ou bien pour de petits espaces qu'il est plus court d'expédier de la sorte que de se pourvoir, quand on en manque, des instruments et des bêtes de travail nécessaires pour l'accomplir.

§ I. — Semis à poquets.

Pour semer à poquets on enlève un certain cube de terre au moyen d'un coup de houe, on tient cette terre suspendue sur la houe, jusqu'à ce que le semeur ait placé dans la cavité qui a été faite les graines qui y sont destinées, et sur lesquelles on replace une partie de la terre qui avait été enlevée. Souvent on place aussi du fumier dans le poquet avant d'y mettre la semence. L'opération n'est pas plus longue que celle de la plantation.

Ainsi, par exemple, si l'on plante des pommes de terre à poquets, un homme fait l'ouverture et la recouvre ; une femme place le fumier, une seconde la pomme de terre; on emploiera ainsi 19,1 journées par hectare. On aura donc pour les frais :

$$19,1 \times 5^{k},96 + (19,1 \times 3^{k})\,2 = 228^{k},1 \text{ de blé.}$$

Ce genre de travail se fait assez communément dans les campagnes pour les plantes qui se propagent par racines : il a l'avantage de pouvoir mettre en contact avec elles, le fumier qui leur est destiné et que l'on cherche à ménager. Le rouleau mouleur de M. Aug. de Gasparin forme aussi des poquets. Si on sème à la volée, quand les empreintes en sont marquées en terre, les grains tombent au fond de ces pyramides renversées, et on les recouvre avec une herse renversée passée à travers le champ.

§ II. — Semis sous raie.

Les semis sous raie s'exécutent à bras ou à la charrue. Pour exécuter le semis sous raie à bras, on se sert d'une houe à main, avec laquelle on ouvre une raie, qu'on garnit de semences; arrivé au bout du terrain, on revient sur ses pas, et on couvre la raie semée au moyen de la terre qu'on enlève pour former la raie suivante. Les graines sont ainsi disposées en ligne. Ce mode a toute la perfection que peut lui donner l'intelligence de l'ouvrier, qui mesure ses coups à la nature du terrain et à celle de la graine; mais il est lent et coûteux, et ne s'exécute que dans les jardins, ou pour les plantes qu'on veut soigner particulièrement : c'est ainsi, par exemple, qu'on enterre les racines de garance quand on en fait la transplantation.

Pour exécuter les semis sous raie à la charrue, on ouvre un sillon à la profondeur voulue pour faire un bon semis, on répand la semence au fond du sillon, et la charrue la recouvre

en versant sur elle la terre du sillon suivant. Dans ce travail, il faut se mettre en garde contre la tendance des ouvriers à faire prendre beaucoup d'entrure à la charrue, quand ils travaillent dans des terres déjà ameublies; et d'enterrer ainsi trop profondément la semence.

Par ce mode de semis, les plants se trouvent disposés en lignes, mais en lignes très pressées. Si on veut les semer en lignes plus écartées, on peut semer de deux lignes une, ou se servir du butoir qui ouvre la terre à droite et à gauche. Quand on a sillonné de la sorte tout le champ, on sème à la volée et on enterre avec une herse renversée qu'on passe en travers des sillons.

Le travail de semis sous raie s'exécute au moyen de 2 journées et demie par hectare, d'une charrue attelée d'une bête, de son conducteur, et d'un semeur. Il coûte donc :

	Blé.
2 journées et demie de 1 bête à 5k,53.	13k82
2 journées et demie de 2 hommes à.	28,74
	42k56 de blé.

Le semis sous raie est surtout utile dans les terres gélisses, dont il importe de ne pas briser les mottes, et parce que l'oreille de la charrue tasse la terre sur la semence bien mieux que ne le ferait la herse ou le scarificateur.

§ III. — Moyens d'enterrer le semis après que le grain a été répandu à la volée. Araires.

Dans les procédés que nous venons de décrire, la graine n'a été placée en terre qu'après qu'on a ouvert la cavité où elle doit être placée. Mais, dans la plupart des cas, on commence par projeter la graine sur le sol, soit à la volée, soit par le moyen d'un instrument approprié, et on la recouvre par une œuvre subséquente.

L'araire à un cheval est l'instrument dont on se sert de préférence pour accomplir les semailles dans le midi de l'Europe. Cet instrument ouvre la terre très superficiellement, mais suffisamment pour le but qu'on veut remplir. Ses deux oreilles, qui font l'office de butoir, mais qu'on ne peut appeler versoirs, ne font qu'écarter la terre latéralement des deux côtés, à la manière d'un coin.

Pour cette opération, on n'attèle qu'un seul cheval, qui, n'ayant presque aucun effort à faire, marche fort vite. Les sillons ne sont écartés que de $0^{m},10$ l'un de l'autre, et la profondeur est de $0^{m},06$ à $0^{m},08$. Par l'effet du butage, la terre, ainsi que les graines qui la recouvrent, repoussées latéralement, se trouvent mêlées par cette culbute de la terre, et les graines enterrées à différentes profondeurs, dont le maximum est celle de la profondeur du labour, ce qui occasionne une assez grande inégalité dans la sortie des plantes, selon que leur germe a été plus ou moins favorablement placé.

Si nous voulons nous faire une idée du travail que nécessite ce mode de semis, nous supposerons un hectare de terre parfaitement carré, ayant 100 mètres de long sur 100 mètres de large. Chaque sillon ayant 100 mètres de longueur, et le cheval marchant avec la vitesse de 1 mètre par seconde, emploiera 100 secondes, et de plus 45 secondes pour tourner au bout du sillon; total, 145 secondes par sillon. Les sillons ayant $0^{m},10$ de largeur, on en prendra 1,000 sur la largeur de l'hectare, et par conséquent le labour total emportera 145,000 secondes, ou 5 journées de 8 heures. Chaque araire recouvre la semence de 20 ares par jour. Un homme sème à la volée 5 hectares par jour, et tiendrait tête à 25 araires s'il semait continuellement. Mais la nécessité d'aller s'approvisionner de grains, de jalonner les posées, etc., prend plus de la moitié de son temps, et on compte qu'un semeur fournit de l'ouvrage à dix araires seulement. Chaque hectare coûte donc:

5 journées d'un cheval à 5k,53 de blé, la journée.	27k65
5 journées de conducteur à 5,96.	29,80
Travail du semeur.	0,57
	58k02 de blé.

§ IV. — Semailles avec le scarificateur ou la herse.

Les semailles faites à l'araire ont un inconvénient capital, c'est leur lenteur, et par conséquent leur durée indéfinie. Il faut un grand nombre d'ouvriers, autant qu'on emploie de bêtes de travail, cinq journées par hectare. Si on a de vastes étendues à semer, on se trouve contraint à commencer de très bonne heure, à continuer tard, à braver les intempéries, et on est réduit à travailler dans la terre mal disposée, afin de ne pas manquer de temps pour achever cette opération. C'est la longueur des semailles qui a été en partie cause que, dans le Midi, une assez grande quantité de terres humectées par les pluies n'a pu être semée en 1844. La substitution de l'extirpateur (Griffon) à l'araire est venue résoudre la difficulté.

Le scarificateur pénètre aussi profondément que l'araire; comme celui-ci il enterre la semence à différentes profondeurs, mais ses résultats ne sont pas plus mauvais que ceux de l'araire, soit qu'on ouvre la terre avec le scarificateur, qu'on sème ensuite, et qu'on herse en travers après la semaille, soit qu'on commence par semer, et qu'on scarifie sur le grain jeté en terre. Les blés semés de l'une ou de l'autre manière nous ont paru aussi bien garnis que ceux qui étaient semés d'après l'ancienne méthode.

Un scarificateur à sept coutres, attelé de quatre chevaux et conduit par deux hommes, recouvre en un jour 1h,4 de semis. Nous avons pour une journée de l'instrument :

Pour 4 chevaux. à 5k.53.	22k12
Pour 2 journées d'hommes.	11.92
	34k04

Et pour 1 hectare, $\frac{34,04}{1,4} = 21^{k}31$

Semeur. 0 57

$21^{k}88$

Ainsi un terrain de 10 hectares emploiera :

			fr.
Semé à l'araire. . . .	50 j de bêtes.	50 j. d'hom.; coûtant.	575k00
Semé au scarificateur.	28,4 j. de bêtes,	14,2 j. d'hommes. . .	248,80

En employant quatre bêtes, il faudra aussi quatre hommes pour le travail à l'araire, et les 10 hectares nécessiteront vingt jours; au scarificateur les quatre bêtes, menées par deux hommes, accompliront le travail en sept jours. Ces avantages sont décisifs pour faire adopter le scarificateur en remplacement de l'araire dans les pays secs; la nécessité d'enterrer les semences n'y permet pas l'usage de la herse simple.

Les semis à la herse sont les plus usités dans les pays dont le climat ne laisse pas craindre des alternatives fréquentes d'humidité et de sécheresse. La herse enterre une partie des graines à 0m,020, d'autres à une moindre profondeur, et enfin en laisse un assez grand nombre à découvert.

La herse à vingt-quatre dents occupe 3 mètres de largeur; elle parcourt un hectare (constitué comme précédemment, de 100 mètres de long sur 100 de large) en 33 allées et venues, qui, à 145 secondes par parcours, nous donnent 4,785 secondes, ou 1 heure 20 minutes pour l'hectare. On recouvre donc la semence de 6h,7 dans une journée. Thaër (§ 154) ne compte que 5 hectares; mais il passe la herse deux fois sur la même place, ce qui donnerait une vitesse de cheval plus grande que nous ne l'avons supposée.

La herse attelée de 4 chevaux, coûte par journée. . 22k12
Un conducteur. 5,96

28k08

Et pour 1 hectare.. . . .	$\frac{28,08}{6,7} = 4^{k}16$	4,16	
Ou selon Thaër.	$\frac{27.87}{5} = 5,57$		5,57
Plus, pour le semeur. . .		0,57	0,57
		$4^{k}73$	$6^{k}14$

C'est bien évidemment le procédé le plus expéditif, le plus simple et le plus économique.

Dans l'année 1844, que nous avons citée, et où les pluies continuelles empêchèrent de semer tant de terres dans le Midi, nous avons vu un champ sur lequel on avait jeté la semence sans pouvoir l'enterrer d'aucune manière, se couvrir d'une des plus belles récoltes que nous ayons vue.

§ V. — Semis au moyen du semoir.

Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit dans la mécanique sur le choix des semoirs à employer; nous supposerons qu'on a choisi celui qui présente le plus de régularité et le plus d'économie dans son action.

Le semoir a deux mérites, l'un c'est d'être l'instrument le plus propre à disposer les plantes en lignes, et sous ce rapport aucune autre pratique ne lui est comparable; l'autre, c'est de placer la semence en terre à une profondeur déterminée et parfaitement uniforme, de manière à ce que ni les alternatives des saisons, ni les oiseaux ne puissent la détruire, ce qui permet d'en économiser une portion qui représente cette perte, en général assez considérable pour les petites graines comme le blé. L'expérience des cultivateurs les plus éclairés de nos provinces du Nord la porte au tiers environ de celle qui est nécessaire pour les semis à la volée enterrés à la herse.

Pour les grosses graines, au contraire, qui seraient semées sous raie et à la main dans la pratique ordinaire, telles que les fèves et les pois, le semoir emploie plus de semences sous

peine de laisser des vides, et oblige ensuite à des travaux d'éclaircissement qui ne laissent pas d'être coûteux. Il en est de même pour les betteraves, qui sont toujours trop drues dans les lignes du semoir et trop peu espacées; mais dans ces deux cas, l'excédant de semences n'est pas une perte bien considérable. En ce qui concerne ces plantes le semoir n'offre que des avantages peu considérables, et on ne se procurerait pas cet instrument coûteux, qui peut être suppléé par le semis sous raie, s'il n'avait pas une autre destination : celle du semis des petites graines, qui ne doivent pas être éclaircies.

C'est donc sous ce rapport que nous allons l'examiner; ce que nous dirons des semis du blé s'appliquera à tous les autres.

Un bon semeur à la volée sème 5 hectares de terrain dans sa journée; les semoirs en sèment communément 2h,5. M. Crespel nous assure que les siens parviennent à semer 4h,5; et comme il faut ajouter au travail du semeur celui de la herse qui recouvre le grain, nous aurons

Semis à la volée.	Froment.	*Semis au semoir.*		Froment.
		Intérêt de la valeur (300 à 500 fr.; prix moyen, 400 fr.) de l'instrument, à 10 p. 100 pour 30 jours de semailles, ou 135 hectares.		1k36
Semer 1 hectare.	0k57	Pour 4 hectares [1].		
Travail de la herse passant deux fois.	6,14	2 hommes. . . 11k50 2 chevaux. . . 11,06	Pour 1 hectare.	5,01
	6k71	22k56		6k37

On voit que la différence est peu sensible, et qu'elle le serait encore moins et tournerait tout à l'avantage du semis à la volée, 1° si le semoir ne semait pas 4h,5 par jour; 2° si on devait semer pendant moins de 30 jours et un espace moindre de 130 hectares; 3° si, comme l'indique M. Bella[1], deux hersages sont nécessaires avant l'emploi du semoir, car alors il fau-

(1) Mémoire sur les semis en lignes. *Annales de Grignon*, 1845.

drait ajouter $6_k,14$ au compte de cet instrument. Ainsi la question économique pourrait ne pas être en faveur du semoir, si, comme les Anglais, on semait la même quantité de graines. Il reste à décider s'il est toujours bon d'en épargner le tiers ou le quart, comme on le propose. Ce procédé peut être pratiqué avec avantage dans certains terrains frais situés dans les pays chauds, où on est assuré à la fois du tallement et de la maturation, mais il ne peut convenir partout.

Mais il est une autre face du sujet qu'il faut examiner. Le semoir marche mal dès que la terre est un peu humide; cependant cet état de la terre peut se prolonger pendant toute la période propre aux semences. Il faudra donc alors revenir aux semis à la volée. Le pourra-t-on, si on a laissé perdre dans le pays la pratique de ce genre d'ensemencement? De plus, il est toujours possible de se procurer une quantité plus grande d'ouvriers; on peut faire en dix jours, si on le veut bien, des semis qui en auraient exigé trente. Pour les accomplir avec le semoir, il faut tripler le nombre de ces machines; or, aura-t-on habituellement ce nombre surnuméraire d'instruments assez coûteux, et qu'on ne pourrait se procurer à aucun prix au moment du besoin.

Il en est tout autrement pour les semis en lignes; nous avons vu que le semis sous raie coûtait $42^k,56$. Le semoir est donc plus expéditif et plus économique.

SECTION III. — *Plombage des terrains.*

Dans les sols où l'on n'a pas à ménager les mottes, il est essentiel de serrer le terrain sur le grain, de telle sorte qu'il ne se trouve pas dans le vide, mais au contraire qu'il soit en contact avec les molécules de terre qui doivent lui répartir et entretenir autour de lui l'humidité nécessaire à sa germination. Cette opération est d'autant plus importante que le semis a

été plus superficiel. Les céréales, en particulier, redoutent beaucoup de se trouver dans un terrain trop ameubli, et qui manque de consistance et de stabilité. Ainsi, après les défrichements profonds, après celui qui termine la culture de la garance par l'extraction de sa racine, par exemple, les blés qui y sont semés naissent clairs, parce que beaucoup de graines sont entraînées trop avant dans le sol; celles qui poussent manquent d'un appui suffisant. Cela est si vrai qu'il n'est pas rare de voir de très beaux épis venir sur les places qui ont servi de chemin, qui ont été battues par les chevaux. Le plombage est donc une nécessité, surtout pour les petites graines. Les jardiniers le donnent avec le dos de la houe. Dans la grande culture, on se sert à cet effet du rouleau de bois, qui suffit, parce qu'il ne s'agit pas de briser les mottes, mais seulement d'asseoir le terrain. Ce rouleau, ayant 2 mètres de longueur et occasionnant peu de tirage, est mené par un seul cheval et un conducteur. Il parcourt un hectare de terre en 40 minutes; mais on compte seulement 8 hectares par jour.

		Blé.
Nous avons par journée de rouleau.	1 journée de cheval.	5k53
	1 journée d'homme..	5k75
		11k28
Et pour 1 hectare.	$\frac{11,28}{8} =$	1,41

Section IV. — *Procédés pour répandre la semence en terre.*

§ Ier. — Semis à la volée.

Les semis à la volée, une des opérations les plus fréquentes de l'agriculture, étaient une simple routine dans laquelle le tact et l'habitude dirigeaient seuls l'opérateur. On n'en connaissait pas les principes : un homme devenait semeur par imposition des mains; on ne devenait bon semeur qu'après avoir

fait sans doute beaucoup de mauvais semis. M. Pichat, professeur à Grignon, nous a rendu le service de réduire la pratique en principes dans un très bon mémoire [1].

Pour faire un bon semis à la volée, il faut 1° répartir également la semence sur toutes les parties du champ ; 2° semer sur une étendue donnée une quantité déterminée de grains.

1° Les semeurs sèment, ou d'une seule main; ou alternativement des deux mains, de l'une en allant, de l'autre en revenant; ou enfin des deux mains à la fois, projetant, à chaque pas, tantôt une poignée de grain à droite, tantôt une à gauche. Cette dernière méthode est celle qui est usitée dans le midi de la France.

Quand on veut semer sous raie, on jette la semence en avant dans la direction du sillon ; mais pour semer à la volée, on projette le grain en faisant décrire un arc de cercle à la main, qui, partant de sa position étendue en avant, vient frapper l'épaule opposée, de manière à décrire un arc de cercle et à imprimer un mouvement parabolique à la semence. On recommande de semer dans la direction du vent ; mais d'abord on évite de semer par des vents très violents, et en général on sème dans la direction des sillons qui ont été tracés par les instruments. Cela est d'autant plus nécessaire que le semis est combiné de manière à ce que les charrues recouvrent chaque jour le grain qui a été jeté en terre par les semences. Cette direction est en général celle qui est indiquée par la plus grande longueur du champ, ce qui évite les fréquents retours dans lesquels il se perd toujours beaucoup de temps. L'habileté du semeur consiste, quand il fait du vent, à calculer la force de ses jets, de manière à vaincre cette résistance en marchant contre le vent, et à tenir compte, en marchant en sens contraire, de l'impulsion que le vent donne au grain.

(1) Pratique des semis à la volée, brochure in-8°.

On donne le nom de *train* à la largeur que le semeur peut embrasser par chacun de ses jets, d'une main ou des deux mains à la fois. La largeur des trains est déterminée par des jalons que le semeur place à l'extrémité des lignes qu'il parcourt, et qu'il retire chaque fois pour les placer plus loin, de manière à parcourir ainsi successivement le champ entier. M. Pichat veut qu'il projette en deux fois la semence sur chacun de ces trains, en se servant de sa main droite en allant et de sa main gauche en revenant. La semence est placée dans un sac porté en écharpe par le semeur. Dans le semis à deux mains, la semence est placée dans une serviette roulée et passée autour du cou, de sorte qu'elle a la forme d'un sac à deux ouvertures, dans lequel on peut introduire les deux mains, ou bien dans un tablier à doubles poches, chacune assez grande pour contenir le blé nécessaire pour ensemencer un train. Pour comprendre le mécanisme de ce semis, soit un champ ABCD (*fig.* 155). Le semeur à deux mains, projetant la semence seu-

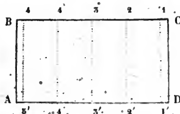


fig. 155.

lement à 6 mètres, il placera son premier jalon à 3 mètres du bord AD, le second à 6 mètres du premier, et ainsi de suite, de 6 mètres en 6 mètres, jusqu'au bord du champ, où reste un espace indéterminé. Le semeur placé sur la direction du bord DC, et ayant placé son premier jalon en 1', sèmera d'abord de sa main droite seulement le demi-train 1 DC1, projetant seulement de la semence tous les deux pas. Arrivé en C, il place son second jalon en 2, à 9 mètres de C ; il se dirige en-

suite sur le jalon 1', en semant des deux mains : il achève ainsi de couvrir de semence le demi-train D1'C1, donne la moitié de la semence au train n° 2 ; arrivé en 1', il mesure 12 mètres, et place le jalon 3', et, partant de la moitié de cette distance, il se dirige sur le jalon 2, semant encore des deux mains, achevant de semer le train 121'2' et semant à moitié le train 323'2'; arrivé en 2, il place à 12 mètres environ le jalon 4, et ainsi de suite.

2° Semer sur un terrain une quantité déterminée de semences :

La largeur du train, la poignée de grain, le pas du semeur, la nature plus ou moins fine de la graine, sont les trois éléments qu'il faut combiner pour arriver à la solution du problème. M. Pichat admet que, pour les grosses graines, qui doivent se répandre à la dose de 2 hectolitres et plus par hectare, le jet du semeur à une main peut être de $9^{m},60$, mais que pour les petites graines il ne doit pas excéder 4 mètres. Le pas est déterminé par les habitudes du semeur ; nous supposerons donc un terrain horizontal sur lequel les pas seront égaux dans les deux sens, et que ces pas soient de $0^{m},80$. Nous avons trois quantités données, la quantité de semence à répandre par mètre carré, déterminée par ce que nous avons dit plus haut, la largeur du train et la longueur du pas, il reste à trouver le volume de la poignée. Appelons K la quantité de semence à répandre par mètre ; P, la longueur du pas ; T, la largeur du train ; M, le volume de la poignée, nous aurons $M = K \times P \times T$; et si l'on sème du blé à raison de $2^{hect.},2$ par hectare, ou $0^{lit.},22$ par mètre carré, la largeur du train étant de 9 mètres, nous aurons $M = 0,22 \times 9 \times 0,80 = 0^{lit.},1584$ par poignée, ou, si l'on ne projette qu'une fois tous les deux pas, comme quand on sème d'une seule main, $0^{lit.},3168$.

S'il s'agissait d'une semence plus fine, de celle de luzerne, par exemple, dont on ne sème que 18 kil. par hectare, le train

ayant seulement 4 mètres de largeur, nous aurions $M = 0{,}0018 \times 0{,}80 \times 4 = 0{,}0057$ ou $5^{gr},7$ par pincée.

En observant la manière de faire des semeurs, on s'aperçoit bientôt que ce qu'ils changent avec le plus de difficulté, c'est la longueur de leurs pas et la force de leur jet. Ils ont l'habitude de varier la poignée parce qu'ils ont plusieurs genres de graines à semer. Il leur est facile d'ailleurs de régulariser la poignée en s'habituant à ne prendre à chaque allée et venue, dans le sac qui est placé à l'extrémité du champ, qu'une mesure de semence exactement nécessaire pour semer un train. Dès-lors ils réduisent en conséquence leur poignée et leur pincée, et, après avoir semé deux ou trois trains, elle est tout à fait régularisée. Cette répartition devient très facile lorsqu'on connaît le nombre de mètres carrés que contient chaque train, et qu'on place sur le sac une mesure d'un litre, avec laquelle on puise la quantité indiquée d'avance par le chef des travaux pour l'ensemencement du train.

§ II. — Semoirs; semis en ligne.

Les bons semoirs placent les grains en terre avec une précision mathématique qu'on ne peut attendre de l'irrégularité inévitable des mouvements humains, et qu'exclut même, malgré la compensation du jet croisé sur un même espace, la nature de la courbe qu'on fait décrire au grain et du mouvement centrifuge qu'on lui imprime dans le semis à la volée. Il faut en convenir, ce degré de perfection des semoirs est souvent assez chimérique, et nous avons souvent comparé des champs semés selon les deux méthodes, et dont l'aspect était tout à l'avantage du bon semeur; mais le semoir procède toujours avec la même régularité, et les bons semeurs sont rares. Tel est le grand avantage de cet instrument, qu'il n'exige pas des qualités spéciales de la part de celui qui le gouverne.

Considéré en lui-même, et seulement comme répandant la semence, le semoir ne serait qu'un semeur faisant son office régulièrement; mais il est ordinairement accompagné d'appareils qui dirigent les semences, et les disposent à une profondeur uniforme, de sorte qu'on est certain qu'elles sont toutes placées de la manière qu'on juge la plus parfaite; la sortie étant ainsi comme assurée pour tous, on peut diminuer la quantité de semence, tout en laissant la terre aussi bien garnie. Nous avons vu que, dans la culture ordinaire, sans compter sur le tallement, la proportion des grains semés au nombre des tiges était de 64 à 100 dans certains cas, et en général de 80 à 100. C'est donc de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{5}$ d'économie que le semoir permet de réaliser dans la quantité de grain à semer, c'est-à-dire bien au delà des frais de la machine et de l'excédant du travail. On sait que cette opinion n'est pas celle de tous les agriculteurs, et qu'en particulier le célèbre Coke d'Holkham et son école, qui se servent de semoirs, sont d'avis que, pour obtenir de bonnes récoltes, il faut distribuer au semoir une quantité de grain égale à celle qu'on répandrait à la volée. Il est certain cependant que, dans les climats habituellement humides, où la culture est excellente et les terres meubles, il ne doit pas se perdre plus de grain par ce dernier mode de semis que par celui qu'on exécute au moyen d'un semoir parfait. La tendance de cette école a été de négliger tout à fait l'économie de la semence, et de revenir, et même de dépasser la quantité normale semée à la volée. L'autorité de ces habiles praticiens doit nous rendre très circonspects sur ce genre d'économie.

Mais les avantages du semoir sont aussi d'un autre genre. D'abord, on ne peut refuser d'admettre son utilité pour les espèces de grains qui doivent être semés à de certaines distances et d'une manière régulière, tels que les fèves et les haricots; même pour les céréales, ils ont la propriété de les disposer en lignes séparées par des intervalles. C'est donc la

question des semis en lignes qui se trouve engagée dans celle des semoirs, et elle est loin d'être décidée. Quant aux autorités, si ce genre de semis est généralement adoptée par les cultivateurs anglais, il ne l'est ni en Belgique, ni dans les exploitations les mieux tenues de l'Allemagne et de la France. L'expérience ne nous éclaire pas mieux. Les moyennes récoltes obtenues par l'une ou l'autre méthode nous paraissent égales. Celles des grands cultivateurs anglais s'élèvent à 28 hectolitres par hectare, comme celles des cultivateurs du continent. Les récoltes maxima ont aussi été, de part et d'autre, de 40 à 42 hectolitres. Mais il règne un si grand vague sur les conditions de terrain, de climat et d'engrais, au moyen desquels on a opéré, qu'on ne pourra regarder la question comme vidée que quand on aura fait côte à côte, et sur les mêmes sols, des expériences comparatives, et surtout quand on aura mis en ligne de compte les frais et les produits de la culture par chacun de ces procédés.

Tant qu'on n'aura pas fait ces expériences, et qu'elles n'auront pas été répétées dans les différents climats, nous devrons nous défier des raisonnements apportés de part et d'autre. Ainsi, les uns disent que, semées en lignes, les graines poussent plus également, parce que, par l'effet même de l'ouverture des sillons d'alignement ou par celui des semoirs, elles sont placées à une égale profondeur en terre; que le sol reste bien plus net à cause de la perfection des sarclages; que les plantes poussent avec plus de vigueur après le binage, qui rompt l'adhérence de la surface du sol et maintient la fraîcheur dans les couches inférieures; qu'il favorise la sortie des prairies artificielles semées sur la céréale; que celle-ci étant plus aérée, sa paille prend plus de force, et qu'elle est moins sujette à verser; que les frais de la moisson sont moins considérables, à cause de l'arrangement des plantes qui épargne le temps des moissonneurs; qu'on pourrait distribuer l'engrais le long des

lignes, et le mettre plus à portée des plantes; enfin qu'en les butant, on favoriserait le tallement, et on obtiendrait un plus grand nombre d'épis. D'un autre côté, on répond que les semis à la volée bien faits poussent autant de tiges que les semis en ligne, et qu'un espace de terrain donné ne conserve de tiges qu'à proportion de sa fertilité; que le sarclage à la main s'opère dans les champs semés à la volée aussi bien et à moins de frais que dans les champs en ligne; que dans ceux-ci le binage occasionne souvent une sortie extraordinaire de mauvaises herbes, et s'il se fait un peu tard et dans des circonstances défavorables, une production très nuisible de pavots et de moutardes; que le binage réitéré augmente considérablement les frais; que l'action de la houe est souvent impossible au printemps dans les terrains argileux, à cause de leur dureté ou de leur mollesse; que si les plantes sont butées, elles produisent de nouvelles tiges, mais au détriment de la fructification des tiges maîtresses, et qu'elles fournissent des épis qui n'ont pas le temps de mûrir; que Coke avait prouvé qu'on faisait tort aux récoltes des céréales, dans quelque sol que ce soit, en le butant [1]; enfin que les plantes en ligne se soutiennent moins bien contre les vents.

Cette controverse est donc loin d'être épuisée. Par sentiment, nous penserions que la culture en ligne, parfaitement exécutée et suivie de binages faits en temps utile, devrait donner un produit brut supérieur, mais ne peut être parfaite que sur les terrains pierreux ou couverts de mottes dures; que ceux qui sont en pente prononcée ne peuvent convenir à la marche régulière du semoir; enfin que souvent, même dans les terrains les mieux disposés, le produit net est à l'avantage des semis à la volée, ou que du moins les produits nets des deux cultures doivent se balancer.

Quant à la netteté des terrains après les récoltes, comme il

(1) Sinclair, tome II, page 91.

est essentiel que le binage se fasse de très bonne heure, et avant que la tige commence à monter, nous avons l'expérience que cette opération favorise, en effet, la croissance des mauvaises herbes que les pluies du printemps font surgir de cette terre remuée, et que, comme on ne peut plus renouveler le binage un peu plus tard sans inconvénient pour les plantes, le terrain reste souillé de plantes adventives si le printemps a été pluvieux. Enfin, nous adhérons à la conclusion qu'Arthur Young tirait d'une série d'expériences qu'il avait faites : « On peut tirer du profit de la culture par rangées, mais je suis persuadé qu'aucun fermier de la classe commune ne pourra suivre cette méthode. L'attention qu'elle exige et l'imperfection des instruments seront toujours pour lui des obstacles insurmontables [1]. »

Section V. — *Semailles du printemps.*

On sème au printemps un grand nombre de plantes qui ne pourraient pas supporter les rigueurs de l'hiver, ou bien on ensemence des champs qui n'avaient pu être préparés convenablement avant l'hiver, soit à cause des récoltes tardives qu'ils portaient, et qui laissaient trop peu de temps pour les travaux préparatoires de la nouvelle récolte, soit parce qu'alors on ne pouvait pas disposer d'engrais suffisants pour en favoriser la première végétation.

Les semailles de printemps se font par les mêmes procédés que celles d'hiver. Si le semis se fait à la volée, il faut qu'il ait lieu de bonne heure, et même avant l'époque où la température s'est élevée au point de déterminer la germination des graines et la végétation de la plante, afin que sa pousse devance celle des plantes sauvages et puisse la dominer. Mais si le végétal qu'on veut cultiver est sensible aux gelées, il faut

(1) Tome XII, page 71

différer son semis jusqu'à l'époque où elles ne sont plus à craindre. Ainsi, on sème le plus tôt qu'on peut les céréales de printemps; mais on diffère les semis de luzerne, de vesces, etc. Ce retard exige que, dès que les plantes sauvages sont développées, on donne à ces derniers semis des sarclages soignés, et qu'on les réitère plusieurs fois, surtout quand il s'agit de cultures qui doivent occuper la terre plusieurs années, et qui, n'étant pas vigoureuses dans leur jeunesse, se laisseraient gagner par cette végétation hétérogène. Les plantes qui ne doivent occuper la terre que quelques mois se sèment à une distance assez grande les unes des autres pour qu'il soit facile de les tenir nettes au moyen de binages réitérés. Nous avons dit que c'est pour cela qu'on les appelle *récoltes jachères*.

Au printemps, les plantes qui, pour germer, exigent une température élevée et soutenue, doivent être semées un peu tard, parce qu'à cette époque de l'année la température de l'air est supérieure à celle de l'intérieur de la terre : ce qui retarde la sortie des germes. En automne, au contraire, la température de la terre est plus élevée que celle de l'air, et aide à la germination. C'est ce dont on peut se convaincre par le tableau suivant, qui résume les observations faites à Orange :

	TEMPÉRATURE			
	de l'air, moyenne.	de la terre à 1 mètre, de profondeur.		Différence.
Janvier.	3,7	6,3	—	2,6
Février.	6,1	6,4	—	0,3
Mars.	8,7	7,3	+	1,4
Avril.	11,6	10,1	+	1,5
Mai.	15,8	13,6	+	2,2
Juin.	20,2	16,8	+	3,4
Juillet.	22,5	18,7	+	3,8
Août.	22,0	19,9	+	2,1
Septembre. . .	18,3	19,3	—	1,0
Octobre.	13,7	16,2	—	2,5
Novembre. . .	8,6	12,1	—	3,5
Décembre. . . .	4,6	8,6	—	4,0

Ainsi la luzerne, par exemple, exigeant pour se développer 12° de chaleur, c'est vers la fin plutôt qu'au commencement d'avril qu'il conviendra de la semer, pour que, trouvant cette température dans l'intérieur de la terre, sa germination soit soutenue contre les altérations de la température de l'air, préférant ainsi pour indication la température de la terre à celle de la moyenne des oscillations du thermomètre exposé à l'air.

Nous avons montré que le mélange de la terre humide à la terre sèche, en fournissant à cette terre sèche l'humidité qui lui manque, favorise la germination des graines sauvages placées près de la surface du sol. Cet effet est surtout sensible au printemps, époque de l'année où la chaleur de cette surface est souvent très grande. D'un autre côté, si l'on cultive des glaises, et que la partie inférieure de la couche arable soit encore humide, on s'expose à pétrir ensemble la terre sèche et la terre humide, et à former une pâte qui, étant une fois durcie, ne pourra être traversée par les germes des graines qui y seront engagées.

L'époque des semis de printemps doit donc être, 1° celle où le fond du terrain et l'air extérieur possèdent simultanément la température requise pour la germination et la végétation de la plante : les semis faits avant cette époque ne sont, à vrai dire, que des ensemencements d'hiver retardés; 2° celle où l'ensemble de la couche dans laquelle on effectue le semis n'est plus sujette à se pétrir, c'est-à-dire a moins de 0,23 de son poids d'eau, et où cette couche tout entière a une quantité d'humidité égale sur toute son épaisseur, ou progressivement croissante ou décroissante de bas en haut, sans qu'on puisse y découvrir une ligne tranchée qui sépare le sec de l'humide.

A mesure qu'on avance dans le printemps, la germination des plantes est plus rapide, et il importe d'autant plus que les

graines se trouvent en contact immédiat avec la terre qui leur distribue l'humidité ; aussi le plombement du sol après le semis est-il, dans cette saison, plus nécessaire encore qu'en automne. Si des pluies surviennent avant la sortie des plantes, et qu'elles soient suivies de beau temps, il ne faut pas oublier non plus, dans les terres qui sont sujettes à former croûte à leur surface, de passer une herse légère ou un râteau pour rompre l'adhérence de cette surface.

Section VI. — *Semis à l'abri et sous couche des plantes délicates.*

Un certain nombre de plantes n'auraient pas le temps de mûrir, si on ne mettait leurs graines en terre qu'au moment où la température ambiante est suffisamment élevée, ou quand on ne craint plus le retour des froids qui peuvent geler les jeunes plantes. Tels sont les melons, les citrouilles dans les pays au nord de la région des oliviers, et dans cette région, les batates et un assez grand nombre de plantes semi-jardinières qu'on cultive en grand près des villes, telles que les aubergines, les tomates, les capsiques, etc. Pour les élever dans le premier âge, on se sert de couches dans le Nord, et seulement d'abris dans le Midi.

La couche est un sol artificiel qu'on forme au moyen de matières végétales ou animales, ou du mélange des unes et des autres, et qui, suffisamment humecté, entre en fermentation et produit une chaleur considérable qui détermine la germination et la végétation des plantes qu'on y sème. Les couches rustiques sont généralement formées de fumier plus ou moins pailleux, mais aussi de marcs de raisin, de pommes, d'olives, ou de tan, etc. On choisit l'exposition du midi pour y placer la couche; on forme un lit de fumier de $0^{m},50$ à $0^{m},60$ de hauteur ; on le tasse bien en le piétinant ; on l'arrose si le fumier

est sec, on le recouvre de $0^{m},30$ de terre, et quand la fermentation est établie, ce qu'on reconnaît à la chaleur de l'intérieur de la couche, on y sème la graine. On donne à ce terrain artificiel une inclinaison de $0^{m},01$ sur $0^{m},12$ de largeur; c'est-à-dire que sur une couche de $1^{m},30$ de largeur; la partie située au nord sera de $0^{m},11$ plus élevée que le bord méridional, le plan de la couche faisant un angle de 57° 36′ avec le plan du sol. On fait un abri à la couche, du côté du nord, au moyen de fagots ou de gerbes de roseaux redressés, à moins qu'on puisse se placer contre un mur, ce qui épargne toute autre construction. On recouvre la couche par des châssis garnis de toile de coton huîlée avec de l'huile grasse qui remplace économiquement et utilement les vitraux à travers lesquels les coups de soleil sont quelquefois redoutables. On tient les châssis levés toutes les fois qu'il fait beau; on les abaisse la nuit et quand le temps est froid. Quand il s'agit d'avancer le semis seulement d'un mois, la couche peut être moins épaisse, et il suffit de quelques paillassons pour l'abriter pendant la nuit.

CHAPITRE VII.

Transplantation des plantes herbacées.

Les plantes provenant des semis ne doivent pas toutes rester à la place où elles ont germé. Les plantes délicates qui exigent une situation abritée ou des soins particuliers dans leur jeunesse, ne sont exposées en plein champ que quand elles sont adultes, et que la saison permet de les priver de l'abri où elles sont nées; les végétaux qui doivent occuper le terrain très longtemps et prendre un très grand développement, et par conséquent être plantés à des distances considérables et couvrir de vastes espaces, sont semés en pépinière, où ils oc-

cupent peu de place pendant leur premier âge, et ne sont transportés sur le terrain qu'ils doivent définitivement occuper que quand ils peuvent commencer à en payer la rente, ou au moins quand il est impossible de différer plus longtemps cette transplantation, de crainte de nuire à leurs progrès futurs. Dans ces différents cas, on sème les graines rapprochées les unes des autres, et l'on en retire plus tard les jeunes végétaux pour les transplanter. Dans ce chapitre, il n'est question que de la transplantation des plantes herbacées.

Le terrain sur lequel doit s'opérer la plantation étant convenablement préparé (desséché, abrité, si cela est nécessaire, ameubli, fumé), on retire avec précaution les jeunes plantes du semis; pour cela, on enlève avec la bêche une motte qui contient un certain nombre de plantes; on en pulvérise la terre par un coup de revers, et on en dégage les racines en les séparant les unes des autres; quelquefois même on divise les plantes elles-mêmes quand elles se sont ramifiées au collet; on en fait autant de nouveaux plants qu'il y a de ramifications tenant aux racines, comme cela arrive quand on transplante le blé, par exemple. D'autres fois ce sont des tiges pourvues de bourgeons qu'on transplante, comme quand on plante les tubercules ou tiges souterraines des pommes de terre, des topinambours et des batates, ou même les tiges aériennes dont les bourgeons se développent en racines. Cette dernière pratique prend le nom de *plantation par boutures*. On plante par boutures une foule de végétaux ligneux et même des végétaux herbacés; comme la garance, le colza, etc.

Le plant étant ainsi préparé, on le met en place soit au moyen du plantoir, soit au moyen de la houe ou de la charrue. Quand on se sert du plantoir, on opère comme nous l'avons expliqué au chapitre *Semis*, excepté qu'au lieu de graines on introduit un plant dans chaque trou; on le garnit de terre, qu'on presse en appuyant le pied près du plant.

Quand on emploie la houe, on entame la terre au moyen de cet instrument; on le soulève en abaissant le manche, on place le plant sous la houe, on la retire, et la couche supérieure de terre qu'elle retenait retombe sur le plant. On le comprime avec le pied.

Quand on plante à la charrue, on fait suivre l'instrument par des femmes portant dans leurs tabliers les plants préparés; elles les disposent le long du sillon, à la distance voulue les uns des autres. La terre soulevée par la charrue quand elle trace le sillon suivant est renversée sur eux, et les recouvre. On plante tous les sillons, ou bien on laisse un, deux ou plusieurs sillons intermédiaires sans être plantés, selon la distance qu'on veut laisser entre les lignes. On roule fortement les champs ainsi plantés pour plomber le terrain quand on juge que le plant ne doit pas souffrir de dommage de cette compression; mais on s'en abstient pour ceux qui ont les feuilles délicates.

La plantation au moyen de la charrue est la plus économique, mais aussi la moins parfaite. Il y a toujours beaucoup de plants dont les racines ne se trouvent pas assez serrées par la terre : aussi, quand la nature délicate des plants ne permet pas de rouler le terrain, comme cela arrive par exemple pour les choux, on fait passer dans l'intervalle des lignes un rouleau étroit et pesant tiré à la main pour plomber le terrain. C'est une opération peu coûteuse, et qui assure le succès de la plantation.

Dans les pays secs, on est souvent obligé d'arroser les plants après la plantation, et même de réitérer cette opération, qui se fait avec des arrosoirs ou avec un petit baril emmanché. C'est ainsi qu'on en use pour le tabac cultivé dans les pays méridionaux. Si on dispose d'eau d'irrigation, on évite ce travail pénible et coûteux en inondant le terrain avant la plantation; on le laisse ressuyer quelques jours, et on plante quand il n'a

plus que le degré d'humidité convenable pour ne pas se pétrir.

Quand on plante des boutures, on les rabat sur un petit nombre d'yeux; on les étête pour qu'un trop grand nombre de bourgeons n'épuise pas trop rapidement de sucs la tige privée encore de racines. Quant aux plantes pourvues de racines, on a soin d'enlever avec des ciseaux les radicules contuses ou maltraitées.

CHAPITRE VIII.

Transplantation des plantes vivaces et des arbres.

Les arbres ou arbustes sont disposés en massif quand ils doivent couvrir tout le terrain où ils sont plantés, espacés à des distances égales ou arbitraires; on dit qu'ils sont plantés en allées quand ils sont disposés en une ou plusieurs files parallèles; en bordure ou en cordon quand on entoure un champ d'une rangée d'arbres; en haie, quand dans cette rangée, ils sont serrés les uns contre les autres, de manière à ce que les rameaux entrelacés forment une muraille continue, et constituent un obstacle au passage.

Les arbres plantés en massif peuvent être disposés irrégulièrement ou en allées parallèles entre elles, ce qui donne la facilité de labourer entre les arbres. On plante de cette manière tous les arbres qui exigent une culture annuelle : les oliviers, les mûriers, les amandiers, les pommiers, le plus souvent les vignes, dans les pays surtout où elles sont labourées avec des chevaux.

Les allées simples ou doubles servent à border les avenues des maisons de campagne. En Provence, on divise un champ par bandes de 2^{m},50 à 8 mètres de largeur, selon les usages du pays. Ces bandes prennent le nom d'*oullières*, sont séparées entre elles par deux, rarement par trois rangs de vignes,

dont les plants sont espacés l'un de l'autre à un mètre dans chaque rang. Les oullières sont cultivées alternativement en blé et en légumes, et bien fumées. Les vignes profitent des engrais et des cultures. Tous les travaux se font à la main, et le produit de ce genre mixte de culture est très considérable. On pense que les récoltes de blé et de légumes n'en souffrent pas, et la récolte des vignes ainsi conduite s'élève beaucoup au delà de celle d'un égal nombre de plantes cultivées en massif.

En Italie, les champs sont aussi divisés en *oullières* par des files d'arbres destinés à soutenir la vigne qu'on cultive en hautains. Ces arbres sont des érables ou des cerisiers, ou des peupliers. Les érables ont l'avantage d'étendre peu leurs racines et de faire peu d'ombrage; les cerisiers donnent leurs fruits; les peupliers fournissent une abondante ramée à la nourriture des bestiaux, mais les racines tracent beaucoup. Les oullières en ce pays ont de 25 à 30 mètres de largeur.

Les plantations en bordures ont pour but d'obtenir le produit des arbres en laissant le milieu du champ dégagé de racines et d'ombre, libre pour la culture des plantes annuelles. On veut aussi, par cette disposition, profiter du voisinage des chemins sous lesquels les arbres en bordures étendent leurs racines, ou bien encore on les place près du champ du voisin pour qu'ils puissent vivre en partie à ses dépens. On a planté longtemps, et on plante encore les mûriers en bordures; mais à leur mort ceux qui les remplacent réussissent mal, et les bordures finissent par disparaître. Aussi cette méthode tombe en désuétude dans les pays où elle a été introduite depuis longtemps.

L'étude attentive des bordures nous a prouvé qu'on n'en obtenait pas tous les effets qu'on en attendait. Pour les mûriers, par exemple, leurs racines s'étendent comme un réseau sous toute la surface du champ, et en appauvrissent les récoltes annuelles. Après un débordement de la Durance, qui avait em-

porté tout le sol actif d'une terre de plus de 4 hectares, le sol inférieur mis à nu ne présentait plus qu'un immense filet de racines de mûriers se croisant en tous sens. En outre, la cueillette de la feuille des bordures se faisant pendant que le blé est en végétation, celui qui se trouve au pied des arbres est ordinairement foulé aux pieds et bien maltraité. Ces inconvénients n'ont pas lieu pour les arbres à fruit qui mûrissent plus tard. Les bordures peuvent, en effet, profiter de l'espace occupé par le chemin riverain; mais quant aux voisins, ils ont soin de planter une bordure en face de la nôtre, et de reprendre au moyen de leurs arbres la substance que nous voudrions leur dérober; enfin les charrues, en tournant sur la lisière du champ, accrochent et endommagent souvent les jeunes arbres; les chevaux et les bœufs s'y frottent pour se débarrasser des mouches, les tordent et les maltraitent. Nous sommes peu partisan des arbres plantés en bordures.

L'importance des haies nous oblige à en parler plus en détail.

CHAPITRE IX.

Des haies.

Les avantages des haies sont de limiter les héritages et de prévenir les procès; de défendre les produits contre la divagation des animaux et les atteintes des maraudeurs; de former des enclos pour diviser les pâturages et pouvoir les livrer avec mesure aux troupeaux; enfin d'abriter la terre contre les vents.

Ces avantages ont été vivement appréciés dans tous les pays à culture régulière, dans ceux à pâturages, et enfin dans ceux où les vents sont fréquents et impétueux. M. de la Boissière désirant obtenir l'avis d'Arthur Young sur l'amélioration d'une

ferme située dans les environs de Villeneuve-de-Berg (Ardèche), Young lui conseilla de faire tous les ans un enclos bien exécuté [1]. Cette opération est générale de l'autre côté de la Manche : la clôture des champs y est regardée comme le complément indispensable d'une agriculture perfectionnée; mais c'est qu'en Angleterre l'éducation du bétail entre pour une grande part dans le système d'exploitation. Les terres sont encloses aussi dans tous les pays à pâturages bien tenus. Qui a voyagé en Suisse sans éprouver l'inconvénient de ces cultures pour celui qui parcourt le pays, et n'a payé le péage des barrières fermant les ouvertures? Sans clôture, les pâturages sont gaspillés par les bestiaux qui les parcourent sans règle, se jetant sur les parties de l'herbage qui leur conviennent le mieux et négligeant les autres. Avec des clôtures, on aménage le pâturage; on ne livre chaque pièce de prairie que quand la pièce qui précède a été suffisamment mangée ; les Anglais sont même arrivés à se passer de bergers, confiant aux clôtures la garde de leurs troupeaux qui, grâce au climat, peuvent être laissés en plein air le jour et la nuit. Souvent ces clôtures ne consistent qu'en palissades sèches ou en murs; mais dans les domaines bien tenus, les terres sont entourées de haies.

Ces obstacles empêchent aussi l'entrée des bestiaux étrangers, et dans les pays où le parcours est permis, comme dans une grande partie de la France, notre législation attribue aux clôtures le privilége d'exempter les terres encloses de ce droit mortel pour l'agriculture [2]; les clôtures dispensent aussi de s'assujettir au ban des vendanges [3] : elles complètent la pro-

(1) *Voyage en France*, d'Arthur Young, t. II, p. 43, Paris, 1793. C'est un livre devenu rare. Dans l'édition complète des Œuvres d'Arthur Young (édition à laquelle manquent d'ailleurs tous les ouvrages qu'il a publiés depuis son impression), on a supprimé la relation très intéressante de son voyage pour n'en donner que les résultats.

(2) Loi du 28 septembre-6 octobre 1791, sect. IV, art. 3-7.

(3) *Ibid.*, tit. V, art. 1er.

priété; le possesseur s'en croit plus le maître et la soigne avec plus d'ardeur; la haie une fois plantée, les limites de son champ sont définitivement fixées, et il ne craint plus les empiétements et les procès. Les terrains enclos sont généralement les mieux cultivés.

Par un sentiment contraire, ceux qui firent les lois de la Mesta, en Espagne, ne redoutant rien tant que de voir la divagation des troupeaux contenue par des obstacles, prohibèrent la plantation des haies. Une ordonnance de Philippe IV, du 4 mars 1633, déclare « que pour que l'abondance des pâturages puisse en faire le bon marché, il ne sera désormais permis à qui que ce soit d'enclore, de labourer ou de cultiver aucune partie de terrain, sans une permission expresse qui ne pourra s'obtenir que dans les cas de nécessité bien prouvée; défense est faite de planter de nouvelles vignes[1]. » On croit rêver en lisant des actes pareils et en voyant un gouvernement insensé sacrifier à la production de la laine la culture d'une vaste partie d'un grand royaume.

Mais si les haies de clôture ont leurs avantages, elles ont aussi leurs inconvénients. D'abord elles occupent une partie aliquote du terrain d'autant plus grande que la surface du champ est plus petite. Supposons, par exemple, que la haie occupe une largeur de 1 mètre, elle couvrira, sur un champ carré d'un hectare, 400 mètres de terrain ou la $\frac{4}{100}$ partie de la surface totale; sur un terrain d'un demi-hectare, 300 mètres ou $\frac{6}{100}$; sur un quart d'hectare, 200 mètres ou $\frac{8}{100}$, et sur un terrain d'un are, 40 mètres ou les $\frac{40}{100}$ du terrain. Il y a donc un point où les inconvénients ne sont pas balancés par les avantages. Le produit de la haie ne compense nullement la perte de terrain. Si elle est bien tenue et taillée annuellement, ce produit ne se compose que de brindilles sans valeur; et si on la met en coupe réglée en la recoupant au pied tous les cinq

(1) Carlier, *Journal de physique*, mars 1784.

à six ans, on perd pendant deux ou trois ans tous les services qu'on attendait de la clôture, et dussent les fagots qu'on obtient représenter la rente du terrain occupé, le but qu'on se proposait ne serait rempli qu'imparfaitement.

On se plaint aussi de la gêne qu'éprouve la charrue pour tourner au bout du champ garni d'une haie. Quand celle-ci n'existe pas, on peut raser la limite; mais, avec la haie, on est obligé de tourner avant d'y arriver, et d'abandonner, outre le terrain qu'elle occupe, la largeur de deux ou trois sillons. Ce reproche n'est pas fondé. Si la haie est bien tenue, si on la taille à propos, et qu'on ne laisse pas ses branches s'étendre sur le champ, un laboureur adroit pourra toujours cultiver jusqu'à son pied. Il est à remarquer d'ailleurs que c'est sur le bord des champs ouverts, où les plantes, plus aérées et moins gênées, devraient être les plus belles, qu'elles sont ordinairement les plus chétives, faute d'une bonne culture, le cultivateur relevant sa charrue en arrivant au bout du sillon; tandis qu'elles sont plus belles au pied des haies, soit à cause de l'abri qu'elles en reçoivent, et surtout à cause du terreau produit par les feuilles charriées par les vents qui s'entassent à leur pied. Vivant dans un pays où les haies sont très nombreuses, nous sommes tout disposé à les disculper de ce genre de reproche.

Dans les contrées sujettes aux brouillards, on accuse aussi les haies de retarder leur disparition; on sait en effet qu'ils persistent plus longtemps à l'ombre et dans les lieux abrités. Dans celles qui sont habituellement humides, les haies sont aussi un grand obstacle à l'évaporation rendue si active par les vents qu'ils arrêtent dans leur marche. Ces raisons doivent être prises en grande considération quand il s'agit d'enclore des terres labourables; mais elles sont sans poids pour les prairies et les pâturages. Placées sur les bords des chemins ruraux, les haies contribuent à les rendre fangeux en les abritant du soleil et du vent; aussi, en Angleterre, un acte du parle-

ment défend d'élever les haies à plus de $1^m,50$ de hauteur sur le bord des routes, et d'y planter des arbres [1].

En résumé, les clôtures nous semblent principalement adaptées aux pays à pâturages, à ceux à libre parcours, à ceux qui souffrent de vents impétueux, aux terrains situés dans les environs des villes ou le long des voies de communication fréquentées; à ceux qui sont plantés en vigne ou qui donnent un produit comestible peu usité aux environs; enfin aux propriétés qui, sans être trop petites, sont principalement cultivées à bras. Dans les propriétés très étendues, à cultures annuelles, elles manquent leur but comme abri contre le vent, à moins qu'on ne divise le terrain en petits clos; mais alors elles deviennent un embarras pour la culture en limitant la largeur des sillons et en multipliant les *tournées* qui absorbent inutilement un temps précieux; ou à moins qu'on ne coupe le terrain par bandes séparées entre elles par des haies plantées dans une direction perpendiculaire au vent, tandis qu'on cultive longitudinalement par des sillons parallèles à la haie.

SECTION Ire. — *Arbrisseaux à employer pour fermer les haies de clôture.*

Enclore, fixer la limite du champ, et subsidiairement abriter, telles sont les qualités qu'on recherche dans une clôture; les haies doivent donc se composer de végétaux forts, qui restent garnis au pied, et dont les racines ne soient pas traçantes, pour que la limite ne se déplace pas. De tous les arbrisseaux, celui qui est le plus propre à remplir ce but, et qui, secondé par la taille, forme la barrière la plus continue et la plus serrée, est sans contredit l'aubépine (*mespilus oxyacantha*), partout où la fertilité du terrain garantit

(1) Rapport de la Chambre des communes de 1799, cité par Mathieu de Dombasle, t. VIII, p. 293.

sa bonne venue. Dans les terrains de qualité inférieure, on emploie, dans le Midi, le grenadier, le paliure, le citronnier épineux (celui-ci dans le sud de la région des oliviers seulement); au Nord, à partir de la région de la vigne, l'ajonc, le genèvrier, le houx, sont les plus convenables dans les mauvais terrains; mais on n'emploie que trop souvent l'acacia, le prunellier, le nerprun, l'épine-vinette, qui doivent être proscrits à cause de leur tendance à drageonner et à changer de place.

Nous avons vu un habile envahisseur conquérir plusieurs mètres de terrain sur un chemin qui bordait sa propriété, grâce à une de ces haies ambulantes qu'il taillait rigoureusement de son côté, tandis qu'elle s'étendait de l'autre; par la même raison, les yuccas, les agaves, les cactus, les aloës, fort bons comme clôtures dans les pays où ils résistent aux hivers, sont des haies détestables pour fixer des limites. Dans les terrains salants, le tamarisc (*tamarix gallica*) est presque le seul arbuste qui réussisse bien; le pourpier de mer (*atriplex halimus*), qu'on y plante beaucoup, a le défaut de tracer et de s'étendre. Le saule marsaut est employé pour border les terrains humides : il y forme des haies peu fournies.

SECTION II. — *Haies d'abri.*

Dans les contrées tourmentées par de grands vents, on cherche à abriter les terres en culture. On le fait généralement par des haies formant rideau, placées de distance en distance. Si le terrain n'est pas trop précieux, nous préférerions, en pareil cas, de forts massifs d'arbres verts placés en tête des terres, dans la direction du vent. Le pin maritime dans les terrains siliceux, le pin d'Alep, le laricio dans les terrains calcaires du Midi, s'élèvent rapidement et forment des abris excellents. Qui ne connaît les belles plantations des dunes de Bordeaux faites par Brémontier, continuées chaque année, et qui ont ar-

rêté ou au moins retardé les progrès des sables prêts à envahir les landes [1]. Mais quand on veut ménager le terrain, on peut planter en haie, dans le Midi, le laurier franc (*laurus nobilis*), le cyprès, qui forment des haies impénétrables au souffle de l'air, pourvu que leur pied soit défendu de la dent des troupeaux. On voit de ces allées de cyprès plantés à 100 mètres les uns des autres, dans la plaine qui s'étend de la Durance à Orgon, et où les vents du nord soufflent avec une grande violence. Nous avons, près d'Orange, une haie pareille, derrière laquelle on peut porter une lampe allumée pendant les plus fortes raffales de bise. Aussi plante-t-on cet arbre en rideau derrière les bâtiments pour les protéger contre les ouragans.

Mathieu de Dombasle assure [2] que les champs qui sont abrités par des bois et des haies élevés, où on sent une température plus douce en se promenant, sont moins productifs et ont une moins grande valeur que ceux qui sont en rase campagne. Cela peut être vrai pour la Lorraine, où l'humidité est plus à redouter que les vents, qui sont modérés; mais les habitants de la Bretagne et ceux de la Provence n'ont pas la même opinion, et trouvent les haies d'abri très avantageuses à la culture.

Sur les bords des rivières sujettes à déborder, on rompt l'impétuosité du courant de l'eau par des massifs de saule (saulsaies), et aussi dans le Midi par des massifs de canne de Provence (*arundo donax*) qui plient sous le courant, et forment sur le terrain une espèce de natte qui en empêche l'érosion. Dans nos grands débordements, le sol a été préservé partout où il a été mis à couvert par des massifs de cannes, qui sont d'ailleurs très productifs.

(1) *Mémoire sur les dunes*, par Brémontier, an V.
2) *Annales de Roville,* Tome VIII, p. 305.

Section III. — *Haies forestières.*

Il y a des contrées entières, par exemple l'ouest de la France (le Bocage), la Flandre et les pays de montagnes, où on est dans l'usage de planter, sur le bord des champs, des haies entremêlées de grands arbres, qu'on laisse croître en futaies ou qu'on tient à l'état de têtards. Dans le premier cas ces arbres peuvent avoir deux objets : le premier, de procurer aux bestiaux qui paissent dans les enclos une ombre sous laquelle ils se retirent pour éviter l'ardeur du soleil ; le second, de fournir les bois nécessaires à la construction et à l'entretien des instruments aratoires de la ferme, et aussi de temps en temps des ventes avantageuses de pieds d'arbres, bientôt remplacés par les jeunes qui viennent dans la haie ; enfin les têtards fournissent de la ramée dont la feuille nourrit les troupeaux pendant l'hiver et du bois qui sert au chauffage. Les arbres qu'on élève dans les haies sont des peupliers de différentes espèces, des chênes, des ormeaux, des frênes, des hêtres, etc.

Il ne faut pas partager l'illusion de ceux qui pensent que, pour être relégués aux limites des champs, ces arbres n'y puisent pas leur nourriture aux dépens des plantes qu'on y cultive. Nous avons l'expérience du mal qu'ils font. De vastes lisières de champs appauvris par les racines des haies forestières, et qui portaient des blés toujours chétifs, ont été rétablies par l'extirpation de ces arbres. Les ormeaux, les frênes, les peupliers, les saules, les chênes mêmes, vont chercher au loin les substances propres à leur nutrition, et marchent comme les autres au-devant de l'engrais et de l'ameublissement. On paie cher le bois qu'on recueille ainsi ; mais ce bois tourne principalement au profit du fermier, et c'est là ce qu le maintient contre le véritable intérêt du propriétaire. En ef-

fet, la rente est réglée sur le produit des terres ; avant l'extirpation le fermier paie cette rente, et de plus jouit, sans y rien ajouter, du bois nécessaire à son exploitation ; après l'extirpation, il paierait une rente plus forte fixée par le produit supérieur du sol, et ne jouirait plus du bois. Aussi les propriétaires des pays où les haies forestières sont une fois implantées, hésitent-ils à les faire arracher pour ne pas éloigner la concurrence des fermiers, qui, dans une ferme qui en serait dégarnie, seraient privés d'un avantage auquel ils sont accoutumés : celui de trouver sans frais tout le bois du service nécessaire pour la construction et la réparation de leurs attirails de culture. C'est ainsi qu'on peut expliquer la persistance de cette coutume, condamnée par l'expérience et par les auteurs agronomiques les plus expérimentés, Mathieu de Dombasles [1] et Van Albroëk [2]. Il paraît cependant qu'en Flandre ce sont les fermiers qui se plaignent des plantations qui sont maintenues par les propriétaires; mais aussi c'est que, dans ce pays, les arbres sont une réserve dont le propriétaire jouit seul, et qui vient, à son profit, priver du soleil les récoltes des fermiers, et enlever le dixième de leurs fumiers. Ces intérêts rivaux sont-ils toujours intelligents, et dans la fixation du fermage n'y a-t-il pas toujours, pour le fermier, le moyen de se rembourser du dommage qu'il doit souffrir ou d'escompter le bénéfice qu'il recevra? Il est évident que toutes les conditions finissent par se compenser, et, qu'en définitive, c'est le propriétaire qui finit par payer chèrement le bois qu'il s'approprie ou celui qu'il livre à son tenancier.

Quant à l'ombre que les arbres élevés peuvent fournir aux bestiaux qui sont sur le pâturage, la construction de quelques appentis rustiques coûterait sans doute une somme beaucoup moins élevée, et serait plus utile pour les abriter que des

(1) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 305.
(2) *Agriculture de Flandre*, p. 257.

arbres dont l'ombre mobile ne les laisse pas longtemps en repos.

Section IV. — *Les haies de produit.*

On dispose aussi en lignes contiguës ou en haies plusieurs arbustes de produit, tels que les groseillers, les framboisiers, et surtout les mûriers. On en borde les chemins, les champs; on en forme des allées qui coupent le terrain en oullières ou planches. Dans cet arrangement, on ne consulte pas le besoin d'abri ou de clôture de la propriété, car ces haies ne présentent guère ni le degré d'élévation, ni la solidité et les aiguillons qui pourraient les rendre propres à ces destinations : c'est seulement un moyen de garnir le terrain de végétaux autant qu'il est possible de le faire. Quand elles divisent les champs en oullières, ces haies présentent toutes les circonstances que nous avons déjà décrites en parlant des arbres plantés en allées; quant à celles qui sont plantées sur la limite des champs, elles ont aussi la prétention de vivre aux dépens du voisin, ce qui n'est vrai que pour les riverains des chemins et entre deux champs voisins, dans le cas où un seul des propriétaires se livre à cette plantation. M. Auguste de Gasparin a fait aussi des haies productives avec la garance soutenue par un léger treillis de bois. Cette plante grimpante, ainsi isolée et soutenue, donne une grande abondance de graines qui ont une grande valeur.

CHAPITRE X.

Pratique des plantations.

Section Ire. — *Époque des plantations.*

Ce n'est que par des moyens coûteux et pénibles qu'on peut

faire des transplantations pendant que les plantes sont en pleine végétation. Elles évaporent alors abondamment par leurs feuilles; elles ont besoin d'aspirer sans relâche, par leurs racines, l'humidité nécessaire à cette fonction, et la privation d'une partie de leurs racines, qui est la conséquence nécessaire de leur déplacement, réduit considérablement les parties aqueuses qu'elles peuvent tirer de la terre, qui d'ailleurs est alors dans son plus grand état de siccité. On doit donc choisir, pour les plantations en grand, l'époque de l'année où le mouvement de la sève est arrêté ou ralenti, celui où la végétation est en repos, où de nouveaux bourgeons ne se développent pas, et dans les arbres à feuilles caduques, celui où, privés de feuilles, leur évaporation est suspendue, et où, par conséquent, l'arbre n'exige plus cette ascension rapide et non interrompue de l'humidité terrestre. Ce temps commence en automne et se termine au printemps, à des époques un peu différentes, selon la nature des végétaux plus ou moins sensibles aux variations de température. C'est seulement dans les terrains dont il est possible de maintenir la fraîcheur au moyen de l'irrigation qu'on peut transplanter les végétaux pendant l'été; mais on ne transplante que ceux de petite taille, comme les végétaux herbacés dont les tiges ne sont pas hors de proportion avec les racines. Pour ceux qui sont plus grands, il faut retrancher une partie de leur tête ou enlever leurs feuilles au moment de les mettre en terre. On sait en effet que les maraîchers font leurs transplantations de légumes en toute saison, et nous avons vu transplanter avec succès des mûriers dans des terres arrosées, au mois de mai, au moment où ils venaient d'être dépouillés de leurs feuilles. Pour que l'opération réussisse, il faut qu'elle soit faite de manière que l'évaporation et l'absorption de l'humidité restent en équilibre, et alors toutes les époques sont bonnes. Ainsi, M. Regnier est parvenu à transplanter le chêne vert lui-même (*quercus ilex*), dont la

végétation est continue, en l'arrachant avec une grosse motte et en l'effeuillant complétement.

Il y a déjà longtemps que nous avons conseillé de planter en automne, et non au printemps, l'olivier, à qui on coupe la tête, et qu'on prive ainsi de toutes ses feuilles en le plantant. Nous savions que cette privation arrêtait le mouvement de la sève, et le mettait à l'abri de l'atteinte des gelées. En choisissant cette époque au lieu du printemps, nous épargnons les frais d'arrosement qu'il faut lui prodiguer quand le printemps est sec. Des oliviers plantés en 1829 ont traversé, sans en souffrir, l'hiver de 1830, qui a été funeste à un si grand nombre de ces arbres.

Excepté dans les terrains frais ou arrosés, l'époque de la plantation des arbres commence au moment où leurs feuilles se flétrissent en automne, avant même qu'elles soient tombées, et finit à celle où leurs bourgeons viennent à éclater au printemps. Cette période n'est interrompue que par le temps où la terre est gelée, et où il ne serait pas possible de l'ameublir pour garnir les racines.

Dans les pays où il y a des chances pour avoir des printemps secs, nous conseillerons toujours les plantations d'automne. La terre est assez humide et encore assez chaude dans cette saison pour que les racines reprennent leurs fonctions et transmettent aux arbres les sucs qui doivent servir au printemps pour le développement de nouveaux bourgeons. Quand nous avons arraché au printemps de ces arbres plantés l'automne précédent, nous avons trouvé que leurs racines avaient poussé de nouvelles radicules dans différentes directions, et avaient pris possession du terrain.

Si, au contraire, on avait à craindre l'humidité excessive du sol en hiver, il faudrait retarder la plantation jusqu'au printemps. En la faisant en automne, l'eau en contact avec les racines pourrait leur faire subir une macération qui causerait leur désorganisation.

SECTION II. — *Préparation du terrain pour les plantations.*

Quoiqu'on soit plus certain d'obtenir un succès décidé d'une préparation soignée et complète de terrain, cependant quand on veut planter un massif forestier qui ne doit donner que du bois et do l'abri, les considérations économiques doivent imposer une limite aux frais de premier établissement. Il suffit le plus souvent d'un simple labour qui détruit le gazon; d'autres fois, même, on se borne à pratiquer dans le terrain les creux destinés à recevoir les mottes ou les racines, sans s'embarrasser de l'état de la surface. En entretenant pendant deux ou trois ans le pied des arbres dégagé des herbes qui pourraient le gazonner et empêcher l'infiltration des eaux pluviales, on assure suffisamment leur réussite. On fait tout aussi peu de frais pour la plantation des haies forestières ou des haies d'abri, composées en général de végétaux robustes. Il suffit de leur donner quelques cultures au pied, pendant les premières années, sans se livrer à des préparations antérieures. Mais s'il s'agit de plantations qui doivent donner des produits annuels et riches, on doit chercher à accroître les chances de succès en préparant le terrain avec le degré de perfection possible.

Ainsi, les plantations des mûriers, de la vigne, sont précédées d'un défoncement profond à cause de l'abondance et des ramifications de leurs racines, tandis que l'olivier, qui s'enracine peu profondément, n'exige qu'un labour plus superficiel; la plantation du colza, celle de la betterave, sont assurées par des labours et des engrais. On ne peut préciser de règles générales à ce sujet; elles sont spéciales pour chaque nature de végétal.

SECTION III. — *Préparation des sujets à transplanter.*

Les arbres verts, tels que les conifères, qui ne doivent pas être privés de leurs têtes ou de leurs feuilles, seront déplantés avec leurs mottes, pour que leur végétation ne soit pas interrompue par la solution de continuité entre les racines et le sol où elles puisent leur nourriture. A cet effet, on arrose le sol de la pépinière; on le piétine bien pour affermir la terre et la corroyer, de telle sorte qu'elle s'enlève sans se pulvériser. On taille en carré la motte au pied de l'arbre, puis, par un coup donné en dessous, on l'enlève toute entière; on l'enveloppe de roseaux ou de paille longue, qu'on serre par un nœud d'osier, si elle n'est pas assez tenace pour se conserver par sa propre cohésion, et on la transporte au lieu de la plantation.

Pour les arbres qu'on transplante pendant le sommeil de la sève, et qui peuvent se passer de mottes, on les cerne aussi un peu loin du pied, de manière à ménager le plus possible leurs racines latérales. Après avoir approfondi la fouille de 0m,30 environ, on coupe le pivot qui reste en terre par un coup de bêche transversal; l'arbre retiré de sa place, on coupe proprement avec des ciseaux les racines qui ont été maltraitées; on retranche la tête du plant, ou la flèche des arbres destinés à former tête, à la hauteur où on veut qu'elle se formé.

Dans la pratique que nous venons de décrire rapidement, une seule chose a été contestée par divers auteurs, et surtout par Rozier : c'est l'amputation du pivot, partie que cet auteur regarde comme très essentielle à la bonne venue de l'arbre transplanté [1]. Il demande la conservation du pivot pour ne pas contrarier l'ordre de la nature, qui n'en a pas pourvu l'arbre sans dessein. « Les arbres qui en sont pourvus, dit-il, de-

(1) *Cours d'agriculture*, art. Pivot.

viennent plus gros et plus grands que ceux auxquels il manque; ceux qui en sont privés viennent plus rapidement à fruit, ce qui est une preuve manifeste de leur affaiblissement.»

Mais l'expérience a prouvé que ces raisons ne pouvaient être admises dans la pratique. Un assez grand nombre de végétaux venus de graines, et surtout de végétaux vivaces, poussent une racine fusiforme qui s'enfonce verticalement, et qui projette peu de racines latérales; c'est ce qu'on nomme leur pivot : mais quand il s'agit de les transplanter, il est très difficile d'enlever toute cette racine. Duhamel [1] cite des chênes de semis dont la tige n'avait que $0^m,16$ à $0^m,18$ de hauteur, et qui avaient déjà des pivots de $1^m,30$. Mais après avoir ainsi gagné le fond du terrain par le moyen de son pivot, l'arbre émet des racines latérales qui partent d'un point voisin du collet, ou d'un autre point pris sur le pivot, là où la fraîcheur permanente du sol, l'ameublissement, la présence de substances nutritives, décident cette formation, mais toujours le plus près possible de la surface; c'est ce qu'on appelle l'*empâtement des racines*. Ce n'est qu'après que cet empâtement est formé que le végétal se développe avec vigueur, et le pivot n'est plus alors qu'un organe secondaire de la végétation. On conçoit combien il est difficile et coûteux d'arracher un arbre avec tout son pivot; quelques précautions qu'on prenne, il est toujours coupé à une profondeur plus ou moins grande. Il n'est pas moins difficile de le replanter de manière à le faire reprendre. Presque toujours il se détruit en peu de temps en terre, et ce sont les racines latérales qui conservent leur action. Nous avons fait des plantations de mûriers dans lesquelles nous avions pris, pour la conservation du pivot, toutes les précautions imaginables; jamais il ne s'est allongé par la suite; toujours les racines latérales ont seules pourvu à la vie de l'arbre.

(1) *Traité des semis et plantations*, p. 106.

et nous n'avons jamais pu remarquer aucune différence entre les arbres plantés avec ou sans pivot. On nous a objecté la longévité des mûriers plantés sous Henri IV, et dont quelques-uns existent encore dans des terrains particulièrement bien disposés [1], ce qu'on attribue à ce que les planteurs de ce temps conservaient le pivot des arbres, et pour le prouver, on s'appuie sur ce passage d'Olivier de Serre [2] : « Seront les arbres retirés de la terre et arrachés avec curiosité, à ce que toutes les racines en sortent saines et entières, si possible est; et pour ce faire, n'épargner ni dépense, ni la peine requise, etc. » Mais il est facile de voir que l'auteur n'entend nullement comprendre le pivot parmi les racines à conserver, et nous en trouvons la preuve dans un autre passage du même chapitre : « Les fosses (pour planter les arbres) en seront creusées fort grandes, c'est-à-dire larges, pour à l'aise y pouvoir loger et allonger les racines des arbres; non beaucoup profondes pour n'en être nul besoin, attendu que les racines ne pénètrent guère en bas par l'amertume et la crudité de la terre qu'elles refusent.... Nous ferons les fosses non moindres de six pieds (1^m,95) en terre argileuse et forte, et de quatre (1^m,30) en terre sableuse et faible... Touchant la profondeur, suffira en terre argileuse creuser les fosses d'un pied et demi (0^m,48) en intention d'y remettre au fond environ un demi-pied (0^m,16) de terre assaisonnée, pour sur icelle asseoir les racines des arbres en les plantant. » Ainsi, Olivier de Serre asseoit définitivement son arbre sur un plan qui se trouve à 0^m,32 de profondeur ; il est donc bien évident qu'il ne s'occupait nullement du pivot, mais seulement de l'empâtement des racines que nous le voyons ménager et disposer avec tant de soins. La longévité des arbres qu'il a plantés tient à d'autres

(1) Par exemple, à notre terre de Bordelet, au confluent de l'Ardèche et du Rhône.

(2) Liv. VI, chap. XIX.

causes qu'à la conservation du pivot, et si nous en jugeons par ceux qui nous restent, elle provient surtout de ce que ces arbres étaient des sauvageons, et de ce qu'ils étaient rarement taillés ou n'avaient reçu aucune taille.

Les arbres arrachés ne sauraient être replantés trop vite ; le succès est d'autant plus assuré, qu'on a moins donné aux racines le temps de se dessécher. Cependant, il faut faire une distinction à cet égard. Les racines de certaines espèces sont beaucoup plus délicates que d'autres qui ont la faculté de reprendre vie après une dessiccation presque complète. Au nombre de ces dernières nous mettrons le mûrier. On fait des envois de cet arbre d'un bout de la France à l'autre; on lui fait traverser la mer sans aucune précaution : nous avons vu des mûriers transportés de foire en foire, pendant un mois entier, reprendre parfaitement lors de leur plantation, tandis qu'il suffit de quelques moments d'aération pour que les racines des conifères soient frappées de mort.

SECTION IV. — *Fosse pour transplanter les arbres ; plantation.*

Les fosses propres à recevoir les arbres qu'on veut transplanter doivent être creusées de bonne heure, dans le courant de l'été, pour que les terres qui en proviennent puissent profiter de l'influence des météores, s'aérer et s'ameublir. Elles doivent être proportionnées à la grandeur du plant qu'on veut y placer; mais, en général, on leur donne $1^{m},30$ à $1^{m},60$ de côté, et, quoi qu'en dise Olivier de Serre, il sera utile de les creuser profondément quand on voudra soigner les plantations, moins pour provoquer le plongement des racines que pour faciliter l'imbibition des eaux pluviales et leur conservation autour des arbres. Nous conseillons donc de leur donner 1 mètre de profondeur. Ainsi, chaque fosse destinée à un arbre moyen aura $1^{mc},69$ de déblai. Un homme en creuserait un peu plus

de huit dans sa journée. Dans la pratique ordinaire, où on ne donne que 0m,66 de profondeur aux fosses, et où par conséquent elles ne présentent qu'environ 1 mètre carré de déblai, un ouvrier en creuse quatorze. Si le terrain a été préalablement défoncé, il est inutile de creuser des fosses de cette étendue, et il suffit de pratiquer dans la terre le creux exactement nécessaire pour recevoir l'empâtement des racines de l'arbre.

On choisira, pour faire la plantation, le moment où la terre retirée de la fosse n'est pas trop humide, et ne peut pas faire corps après avoir été pétrie dans les mains. Il est essentiel, pour le succès de la plantation, que les racines ne soient pas enterrées trop profondément. Presque tous les arbres qui manquent sont ceux pour lesquels on a négligé cette attention. On remarque tout le dommage que cause cette mauvaise pratique, non-seulement sur les nouvelles plantations, mais dans les promenades qu'on remblaie, et où les arbres sont malades pendant plusieurs années et jusqu'à ce qu'ils aient formé un nouvel empâtement de racines près de la surface du terrain. La véritable règle des plantations est de placer les arbres à la profondeur exacte qu'ils avaient dans les pépinières, de telle sorte que leur existence nouvelle diffère aussi peu que possible de celle que la nature leur avait assignée dans leur développement. Sur ce sujet, si important et si mal compris, nous ne pouvons mieux faire que de rappeler une des expériences faites par M. Lardier [1].

« Le 4 novembre 1788, nous fîmes déplanter dans nos pépinières six poiriers sauvageons venus de semis, à peu près d'égale force, et qui avaient un pivot de 0m,50 de longueur. Après avoir été mesurés au collet avec un compas d'épaisseur, ils furent plantés tels quels à 2 mètres de distance l'un de l'autre, dans une planche préalablement effondrée à 1 mètre

(1) *Lois fondamentales de la nature pour les semis et plantations*, page 171.

de profondeur, dont le terrain était sec et léger, savoir : deux comme ils l'avaient été en pépinière; deux dont le collet fut enterré plus profondément de $0^m,16$, et les deux autres en enterrant le collet de $0^m,32$, ce qui est la règle ordinaire dans ces sortes de terrains, selon les agronomes. (Il fait allusion à une opinion de Duhamel.) Ces arbres poussèrent tous au printemps, mais d'une manière bien différente, car les deux premiers présentaient à la fin de l'été des branches longues, fortes et vigoureuses, et les autres des bourgeons faibles et courts, surtout les deux derniers.

« Au mois de décembre, trois de ces poiriers mis à diverses profondeurs, ayant été déplantés avec beaucoup de précaution et mesurés de nouveau, nous observâmes : 1° que le tronc du premier avait gagné plus de $0^m,009$ d'épaisseur, et que son pivot avait non-seulement grossi à proportion, mais qu'il s'était allongé de $0^m,045$ et portait des racines latérales plus ou moins longues; 2° que le tronc du second, enterré plus profondément de $0^m,16$, avait à peine grossi de $0^m,002$, et que son pivot, ne s'étant pas allongé, avait poussé seulement un peu de chevelu près du collet; 3° et que le tronc et le pivot du troisième, planté à $0^m,32$ de profondeur (en contrebas de sa position dans la pépinière), n'avaient fait aucun progrès sensible.

« L'année d'après, les trois premiers que nous avions laissés se firent encore remarquer par la différence des nouvelles pousses, qui étaient incomparablement plus fortes et plus longues dans le premier que dans les deux autres, quoique ceux-ci eussent reçu depuis leur plantation les mêmes cultures et les mêmes soins que lui. Vers la fin d'octobre de la seconde année, nous fîmes charger de $0^m,32$ de terre, à $1^m,30$ autour du tronc, celui qui avait été planté comme il était en pépinière, et déchausser les deux autres jusqu'à ce que leur collet se trouvât ras de terre. Au printemps suivant, ces deux der-

niers poussèrent avec vigueur, tandis que le premier, cessant presque tout à coup de croître, tomba dans un état de langueur et de faiblesse ; enfin, les ayant fait chausser et déchausser alternativement pendant plusieurs années, nous hâtions et retardions à volonté leurs pousses et leur végétation respective. »

M. Lardier a varié ces expériences sous plusieurs formes, et elles ont toutes donné les mêmes résultats. Duhamel[1] nous avait déjà averti depuis longtemps du danger des plantations profondes, mais il nous laissait dans le vague relativement à la profondeur normale à leur donner. Les expériences de M. Lardier ont le degré de précision nécessaire pour nous guider, car il a fait l'épreuve et la contre-épreuve. Ce sont des leçons qu'il nous faut mettre à profit.

Nous savons déjà que la terre enlevée des fosses et employée à les combler, ne peut pas toute y rentrer ; l'ameublissement du sol cause des vides entre les particules qui ne se remplissent qu'avec le secours du temps et de la pluie. Mais on observe que cette terre se tasse d'environ un douzième en un an. Ainsi les fosses ayant été creusées à 1 mètre de profondeur, puis comblées au niveau du sol, présentent au bout d'un an ce vide de $0^m,08$. Il en résulte que, quand par la suite le terrain s'égalisera, soit naturellement, soit par l'effet des cultures, l'arbre se trouvera planté plus profondément qu'on n'avait eu intention de le faire. Pour éviter cet inconvénient, et en même temps pour donner à l'arbre un tuteur qui le soutienne, M. Lardier conseille de placer en travers de la fosse un morceau de bois ou bâton soutenu par les bords de cette fosse. Pour qu'il n'obéisse pas aux secousses du vent, on peut l'arrêter latéralement par de petits piquets fichés en terre. On attache solidement l'arbre à cette pièce de bois à la hauteur du

(1) *Traité des semis et plantations*, p. 201.

collet, en plaçant un chiffon entre le lien et le tronc pour en prévenir l'étranglement. Les racines se trouvent alors suspendues en l'air dans la fosse. On a préalablement jeté de la terre au fond en la piétinant de manière que ce fond se trouve au niveau de la partie inférieure des racines. Tout étant ainsi disposé, on achève de remplir la fosse avec précaution en étendant à mesure les racines, et on a soin de garnir tous leurs intervalles, leurs embranchements et le dessous du collet de terre prise dans la couche supérieure la plus riche, bien emmiettée, que l'on tasse avec la main. Quand les racines sont entièrement couvertes, on achève de remplir le trou en piétinant la terre à mesure. Quand, par l'action des pluies, la surface de la fosse se trouve abaissée, on achève de la remplir et d'égaliser le terrain. Le bois transversal doit rester au moins un an en place. On obtient par ce moyen une reprise parfaite et on assure l'arbre contre les effets du vent.

Sauf la dépense légère du bois transversal, cette méthode est aussi simple, aussi rapide et plus facile à pratiquer que la méthode ordinaire qui exige l'emploi de deux hommes : un qui soutient l'arbre, et qui, de temps en temps, le soulève pour faire glisser entre les racines la terre que jette le second; et celui-ci qui, en outre, arrange la racine et la garnit à la main. Ici, l'arbre se soutient seul à la place et à la hauteur voulue. De plus, on ne l'enterre que de la quantité précise indiquée par sa nature; cette quantité est fixée par l'horizontalité du bois transversal. Dans la méthode ordinaire, l'homme qui soutient l'arbre et qui est debout ne juge que très imparfaitement de la position du collet; et d'ailleurs, en plaçant celui-ci à la superficie du sol, on trouve, plus tard, qu'il est enfoncé parce qu'il est entraîné avec la terre dans sa descente; et enfin l'arbre a un tuteur sans qu'on soit obligé de planter en terre un pal droit qui pénètre difficilement, si on l'enfonce profondément, et qui, sans cela, manque de stabilité.

Quand les arbres viennent de loin, il faut, avant de les mettre en terre, faire tremper leurs racines dans l'eau, afin qu'elles reprennent leur humidité. Si ce sont des arbres précieux, on plonge leurs racines dans une bouillie faite de terre grasse et de bouse de vache qui y adhère et y entretient l'humidité nécessaire.

C'est un fait généralement admis que l'arbre greffé dépérit quand on enferme ses greffes en le plantant. Nous allons citer encore ici une observation de M. Lardier qui montrera ce qui se passe en pareil cas.

« En novembre 1790, nous plantâmes avec soin, dans une terre légère, deux jeunes poiriers greffés sur coignassier de bouture, à 0m,027 au-dessus de la racine, que nous avions élevé nous-mêmes, et qui n'avaient qu'un étage de racine. Nous les enterrâmes à 0m,32 au-dessus du collet. Ces deux arbres languirent pendant quatre ans, firent de petites pousses et donnèrent quelques mauvais fruits, quoique bien cultivés. La cinquième année, ils montrèrent un peu plus de vigueur, ce que nous attribuâmes à plusieurs racines qui avaient poussé du franc, et que nous avions fort ménagé en les piochant. Parvenus à la sixième année, nous en fîmes déchausser un jusqu'au collet et enlever la terre (jusqu'à ce niveau) à 1m,62 de circonférence autour de l'arbre; après quoi nous coupâmes toutes les racines venues du franc. Le printemps suivant, et les années subséquentes, cet arbre parut rétabli, poussa vigoureusement et donna de beaux fruits, à l'instar des arbres plantés selon notre méthode; mais ce qui eut lieu de nous étonner, ce fut de voir que l'autre poirier, dont le tronc était enterré de 0m,32 présentait chaque année la même force de végétation que le premier, sans cependant donner autant de fruits. Cet état de choses se fit remarquer encore pendant quinze ans, après lesquels le premier, auquel on n'avait pas touché, périt dans le fort de l'été. L'ayant fait arracher de suite, nous trouvâmes

toutes les racines du coignassier pourries, et la plupart de celles venues du franc, cariées et d'une odeur infecte. Nous avons vu périr également, et par la même cause, non-seulement des poiriers greffés sur coignassiers plantés bas pour en faire des arbres francs, mais encore beaucoup d'autres arbres de différentes espèces, dont la greffe avait été enterrée, et qui avaient poussé aussi des racines de franc[1]. »

Nous pourrions ajouter que la même faute est une des grandes causes qui abrègent la vie des mûriers greffés en pied dont on enferme impitoyablement la greffe, pensant sans doute que l'identité d'espèce dispense d'une précaution si utile pour les arbres dont le sujet est d'une autre espèce que la greffe.

Cette observation de M. Lardier est l'historique exact de ce qui se passe dans tous les cas. La réunion artificielle du franc et du sauvageon n'est jamais complète; elle n'existe qu'à la surface et par les points mis en contact par la greffe. La circulation se fait entre les racines du sujet et la greffe, tant que celle-ci n'a pas ses organes radicellaires propres; mais quand elle est pourvue de racines venues de sa propre substance, la séparation des individualités s'opère, la greffe vit par elle-même, et les sucs transmis par les racines du sujet ne communiquent plus qu'avec la partie centrale de la greffe dont les canaux s'oblitèrent successivement; alors ces sucs s'accumulent, croupissent dans les tissus des racines et finissent par opérer la putréfaction du sauvageon, qui ne tarde pas aussi à se communiquer par le contact aux racines propres du franc. C'est ainss que l'arbre périt, et on peut suivre la gradation de ces phénomènes en observant ce qui se passe dans les sujets greffé dont la greffe est enterrée; on voit alors la pourriture s'emparer d'abord du sujet, et ne pas tarder à gagner les points en contact du franc; ainsi que M. Lardier l'a très bien décrit.

(1) Lardier, *Lois de la nature*, etc., p. 174.

Le véritable moyen de prévenir cet inconvénient est donc de placer la greffe au-dessus de la surface du sol, et de veiller à ce qu'elle ne puisse être couverte de terre, ce qui déterminerait la production de racines du franc; pour atteindre ce but, le mode de plantation indiqué plus haut est certainement le plus sûr et le plus efficace.

SECTION V. — *Soins ultérieurs à donner aux plantations d'arbres.*

Le progrès de la végétation des arbres est en raison combinée du cube de terre où ils peuvent se développer, et de son degré de fécondité. Cette proposition nous semble suffisamment prouvée par le succès comparé des arbres vivants sur le même sol, mais ayant une profondeur différente de terrain pour étendre leurs racines; de ceux qui sont plus ou moins espacés; de ceux qui sont placés dans des sols différents, les uns fertiles, les autres inféconds, enfin par l'effet des engrais qui leur sont appliqués. Ces effets se font sentir sur toutes leurs parties: sur le bois, sur le feuillage, et sur le fruit. Il y a donc pour les végétaux frutescents comme pour les végétaux herbacés, une certaine distance à observer entre eux, une certaine profondeur à donner à l'ameublissement de la terre.

Dans nos climats du sud de la France, excepté dans les terrains dont le sous-sol est perméable, et au-dessous desquels existe un réservoir d'eau aërée, les racines ne descendent pas au-delà de $0^{m},60$. C'est donc la profondeur qu'on doit donner aux labours préparatoires pour la plantation des arbres précieux, tels que les mûriers, les vignes, les orangers, etc., tandis que ces frais ne seraient probablement pas compensés par les produits purement ligneux des arbres forestiers.

Si, lors de la plantation des premiers, on s'est borné à faire des fosses, les racines éprouveront une résistance quand elles

arriveront à leurs parois, se replieront sur elles-mêmes et épuiseront la couche de terre meuble de la fosse avant de s'étendre plus loin. Alors les efforts qu'elles font pour pénétrer dans la terre durcie, l'espace moindre qu'elles peuvent y parcourir, ne leur permet pas de recueillir ces sucs abondants qu'un parcours plus facile leur procurerait. Aussi les cultivateurs soigneux agrandissent chaque année, par des tranchées, l'espace resserré des fosses, et finissent ainsi par défoncer toute l'étendue du terrain qui se trouve entre les arbres. On voit par là qu'en évitant le défoncement au début de la plantation, on ne gagne que l'intérêt annuel de ce défoncement, jusqu'à l'époque où il est complété par les défoncements partiels et successifs. Pour les arbrisseaux très rapprochés, comme les vignes, ces opérations consécutives ne seraient pas possibles, et le défoncement du terrain doit précéder les plantations, si on veut obtenir des produits satisfaisants.

Section VI. — *Plantation des boutures*

Si, au lieu de confier à la terre des bourgeons latents renfermés dans les graines,ou des bourgeons apparents, disposés sur la tige d'un végétal pourvu de racines, on veut obtenir la reprise d'un rameau non enraciné, coupé sur un arbre vivant, on fait ce qu'on appelle une *bouture*. Il est probable que, sous certaines conditions, on pourrait obtenir des boutures de tous les végétaux, en leur procurant une chaleur humide suffisante pendant la poussée des racines. On obtient souvent, en quelques jours, des boutures enracinées de cannes de Provence, en entretenant de l'eau dans un des tuyaux qui reste hors de terre, tandis que le nœud inférieur est enterré. Mais dans les circonstances météoriques ordinaires, il n'y a qu'un certain nombre de plantes qui puissent reprendre par boutures. Ce sont celles où l'émission des racines, partant des bourgeons enter-

rés, est assez rapide pour devancer la dessiccation du bois. Les végétaux les plus rapprochés dans l'échelle botanique n'ont pas tous, à cet égard, la même disposition. Nous pouvons faire avec facilité des boutures du mûrier multicaule, celles du mûrier blanc reprennent avec peine. Quoi qu'il en soit, le nombre des végétaux que l'on multiplie de la sorte dans la culture des champs est assez borné.

Pour certains végétaux à bois spongieux et hygroscopique, comme les peupliers et les saules, le figuier, le sureau, on peut obtenir des boutures en prenant des branches assez vieilles; mais le jeune bois réussit toujours mieux. En général on choisit une partie de rameau d'un an, attenant à du bois de deux ans. On sait que sur le bois d'un an, les bourgeons sont répartis de manière que les plus forts, les plus disposés à se développer, se trouvent à la base, et qu'ils deviennent plus faibles en montant vers le sommet. Ce sont ces premiers bourgeons qui, plus vigoureux et pourvus de plus de substances nutritives donnent le plus promptement des racines. Quand on veut choisir des plants de vignes, on coupe un sarment de manière à enlever un talon de bois de deux ans, qui, moins poreux, prévient l'écoulement de l'humidité du jeune bois. On retranche ce talon au moment où on plante le sarment.

Lorsque le terrain a été préparé et ameubli avec soin, on plante la bouture, en la courbant en terre et laissant sortir seulement la partie supérieure qu'on rabat sur deux yeux ou bourgeons; c'est ce qu'on fait pour la vigne, pour la canne de Provence, etc. On recouvre les boutures de 0m,16 de terre.

On se sert parfois de la bêche qu'on enfonce verticalement en terre. On l'incline ensuite en avant, de manière à laisser un vide derrière l'instrument; on insinue dans cet intervalle le sarment ou crossette, et en retirant la bêche, la

terre retombe sur le plant ; on l'assure ensuite en piétinant sur la tranche qu'on avait soulevée.

Le plus souvent on perce un trou en terre avec un pal ou une aiguille en fer semblable à celle des mineurs ; on lui donne une profondeur de 0m,16 à 0m,20 ; on y insinue le plant ; on achève de remplir le vide avec de la terre fine qu'on tasse avec la pointe de l'aiguille. S'il s'agit d'un arbuste qui ne doit pas avoir une longue tige, comme la vigne, on recèpe la branche à deux yeux au-dessus du sol ; si on plante un arbre, comme le saule, par exemple, on lui laisse sa tige, mais en ayant soin d'ébourgonner tous les yeux, excepté ceux de la cime.

On ne doit pas enfoncer le plant plus profondément que nous l'avons indiqué, car il est facile de remarquer que le couronnement des racines, l'empatement, se forme toujours à une distance égale ou moindre de la surface, et que la partie de la branche enfoncée à plus de 0m,16, ne pousse, au début, que de faibles racines qui ne tardent pas à disparaître, après quoi tout ce qui se trouve trop au-dessous des racines, et qui ne peut pas participer à la circulation, tombe en pourriture qui peut se communiquer à la partie vivante.

Le peuplier d'Italie et le platane enterrés trop profondément, ne réussissent pas, et quant à la vigne, si cet excès ne fait pas périr le cep, au moins il nuit évidemment à la production. Il y a cependant un préjugé favorable aux plantations de vignes profondes. Les ouvriers ne peuvent se persuader qu'il y ait du travail nuisible, et ils se figurent que le succès est en proportion de la peine prise pour arriver à un résultat. Dans notre pays, on donne quelquefois des vignes à planter à des paysans, à condition qu'ils jouiront des fruits pendant un certain nombre d'années, pour se rembourser de leur main d'œuvre. On vint nous avertir un jour que l'ouvrier qui était chargé d'une de nos plantations, plantait trop superficiellement, parce que, disait-on, cela avançait la mise à fruit, mais qu'aussi la vigne

ne durerait pas. Cette plantation a aujourd'hui quarante-cinq ans, et c'est la plus vigoureuse et celle qui a le moins perdu de ceps de toutes celles de cet âge.

SECTION VII. — *Des marcottes.*

La marcotte n'est autre chose qu'une bouture qu'on ne sépare pas de sa mère tige. C'est une branche qu'on courbe, qu'on couche, qu'on recouvre de terre, et dont les bourgeons poussent des racines au lieu de rameaux ; quand la marcotte possède des racines qui lui sont propres, on la sépare de la plante à laquelle elle appartient, et qui l'a nourri jusque là, elle devient alors un individu isolé.

La marcotte de la vigne qui est la plus usitée prend le nom de *provin*. Elle sert à remplacer les plants qui ont manqué lors de la plantation, ceux qui sont de mauvaise espèce ou mal venus, et enfin ceux qui meurent pendant la durée de la vigne.

Pour faire un provin, on choisit un sarment assez long pour atteindre la place qu'on lui destine (car dans les vignes qui ont peu de vigueur et poussent des sarments courts, on ne peut pas toujours faire des remplacements par provins), on creuse une fosse dont on ameublit le fond, on y couche le sarment qu'on fait ressortir dans l'alignement précis des autres ceps ; on le recouvre de $0^{m},08$ de terre qu'on tasse avec le pied. L'année suivante, on coupe le cordon ombilical qui retient la bouture à la mère-souche, et la jeune plante vit de ses propres racines.

On se sert aussi du marcottage pour réparer les vides qui se trouvent dans les haies. Un jeune plant ne résisterait pas au voisinage de plantes déjà venues ; mais la marcotte est plus robuste.

SECTION VIII. — *De la greffe.*

En continuant à considérer le développement des germes contenus soit dans une graine, soit dans un bourgeon, nous avons vu qu'il fallait trouver le moyen de le mettre en communication avec le sol par l'intermédiaire de racines. Ainsi dans le semis nous avons provoqué la production de cet organe en mettant la graine dans une position humide et chaude qui favorisât son évolution; dans la bouture, nous provoquons la formation des racines en plaçant un bourgeon dans l'humidité chaude; il se développe alors, mais privé du contact immédiat de la lumière, entretenu dans une situation humide, ses fibres se transforment en radicules, au lieu de s'allonger en nervures foliaires; dans la marcotte, cette transformation se fait plus facilement encore, puisque la marche de la séve n'est pas un moment suspendue par l'adhérence de rameaux marcottés à la tige même; enfin on a profité depuis longtemps de la propriété qu'avaient les tissus végétaux vivants et dénudés d'épiderme de se souder ensemble, pour appliquer sur la plaie faite à un arbre un lambeau de l'écorce d'un autre arbre portant un bourgeon, de telle façon que le liber de l'un coïncidât avec celui de l'autre; il y a alors soudure, transmission de sucs du sujet à la greffe, et continuation de vie pour le bourgeon greffé. Si, après le développement du rameau qui porte ce bourgeon, on retranche tous les bourgeons du sujet inférieurs à ce rameau, et qu'on coupe la partie du sujet au-dessus de la greffe, celle-ci attire à elle toute la séve de l'arbre, et vit sur ce champ animé où on l'a transportée. Dans les arbres qui ont peu de transpiration et qui poussent lentement, comme l'olivier, on retarde cette rescision de la partie supérieure du rameau du sujet, pour que l'aspiration d'un plus grand nombre de bourgeons entretienne la séve dans le rameau, on ne le coupe que

quand le nouveau rameau partant de la greffe est développé; elle se fait immédiatement dans les arbres dont la pousse est rapide.

Pour que la soudure puisse s'opérer, il faut qu'il existe une certaine analogie entre les tissus du sujet et de la greffe. La greffe ne prend qu'entre des plantes de la même famille naturelle, et même alors, quand il y a trop de disproportion entre la force ascensionnelle de la séve dans les deux espèces, les nouveaux rameaux qui en proviennent ne tardent pas à périr. Parmi une foule d'exemples qu'on en pourrait citer, nous dirons que, désirant trouver un moyen de prévenir les pertes causées par la mortalité des oliviers à la suite des grands hivers, nous avons greffé cet arbre sur le frêne. Nous avons obtenu des rameaux d'oliviers très allongés et très vigoureux, en apparence, mais qui sont morts à la troisiéme année sans avoir porté ni fleurs, ni fruits. Cette expérience, faite en 1820, paraît aussi avoir été tentée par M. Decandolle, qui a observé les mêmes effets de la greffe de l'olivier sur le troëne [1]. D'un autre côté, nous savons que presque tous les arbres rosacés à noyau et à pepin se greffent avec succès sur les arbres rosacés de la division correspondante : le pêcher sur le prunier, sur l'amandier, sur l'abricotier; le poirier sur le pommier, sur le coignassier, etc. Il n'y a donc pas de régle absolue pour juger de la possibilité des greffes; nous pouvons dire seulement que les greffes réussissent, mais ne durent pas toujours entre les arbres d'une même famille : elles réussissent et durent entre les arbres du même genre ou de genres voisins qui ne sont séparés qu'artificiellement; elles sont certaines entre les variétés de la même espèce. Ces principes ne souffrent qu'un petit nombre d'exceptions.

La greffe a pour but de propager les variétés obtenues par

(1) *Physiologie végétale*, p. 791.

la culture et le semis des arbres dont la variété la plus commune ne possède pas des propriétés aussi recherchées et aussi avantageuses. Dans la grande culture, on greffe les arbres à fruits tels que les pêchers, les noyers, les amandiers, les pommiers, les oliviers, la vigne, pour obtenir de plus beaux fruits, ou des fruits dont la récolte soit meilleure et plus sûre, soit à cause de leur précocité, soit à cause de leur retard, soit à cause de leurs qualités; on greffe aussi les mûriers pour remplacer la feuille découpée et les branches anguleuses, et pour ainsi dire épineuses du sauvageon, pour les feuilles larges, entières, nombreuses, et les rameaux rectilignes du franc.

Thouin, dans sa *Monographie des greffes*, en a décrit plus de cent vingt-cinq espèces. Nous ne parlerons ici que des plus simples et des plus usitées dans la pratique agricole, renvoyant, du reste, à l'ouvrage que nous venons de citer et à celui de Tschudy [1], ceux qui voudraient connaître à fond tout ce qui a rapport à cette opération, et à *la Maison rustique* ou au *Bon Jardinier*, ceux qui veulent en apprendre le mécanisme.

Les deux genres de greffe usités dans la culture sont les greffes par *scions* et celles par *gemmas*. Les premières sont celles où on laisse le bourgeon attaché à son propre bois, et où on cherche seulement à mettre en contact les bords des sections faites dans l'écorce de la greffe et du sujet. On croyait autrefois que cette greffe ne pouvait s'exécuter qu'au printemps, quand la sève s'élève vers le bourgeon, moment qu'on reconnaît quand l'écorce se détache facilement de l'aubier; mais il est bien reconnu aujourd'hui qu'elle peut se pratiquer à toutes les époques de l'année, et avec autant de chances de succès pendant le repos de la sève que quand elle est en mouvement. Pour exécuter l'opération de la greffe, on coupe nettement la tige du sujet sur lequel on veut greffer, au point où

(1) *Essai sur la greffe de l'herbe, des plantes et des arbres.*

on veut opérer; on la fend verticalement par le milieu, et on y introduit un coin de bois qui maintient la fente ouverte; alors on prend un petit scion, ou extrémité du rameau de l'arbre qu'on veut greffer: ce scion doit porter au moins trois bourgeons; on le taille à son extrémité inférieure en forme de coin, on l'introduit dans la fente béante du sujet (*fig.* 156), on fait coïncider bien exactement les écorces du sujet et de la greffe, puis on retire le coin qui maintenait la fente ouverte; la greffe se trouve alors enchâssée et pressée par les deux côtés de la fente, qui reviennent sur eux-mêmes.


fig. 156.

Le plus souvent on insinue deux scions, un de chaque côté de la fente; quelquefois, sur les grosses branches, on fait une nouvelle fente croisant la première, et dans laquelle on place deux nouveaux scions: on a alors la *greffe en couronne*.

Les scions étant fixés, on remplit la fente et on entoure l'extrémité de la branche avec de l'onguent de Saint-Fiacre (mélange d'argile et de bouse de vache); on enveloppe le tout avec un morceau de toile à canevas, dont on laisse sortir les scions, et l'opération est terminée.

Cette greffe solide convient particulièrement aux arbres à haute tige et aux vignes, dont la greffe se fait près de terre. Elle est usitée depuis les temps les plus anciens [1].

On agit de la même manière sur les racines. M. Daguerre prétend qu'on obtient ainsi des arbres qui prennent un grand et prompt développement.

La greffe par gemma ou bourgeon consiste à adapter, sur une partie du sujet dont on a écarté l'écorce et mis le liber à nu, un morceau d'écorce de la greffe chargée d'un ou de plusieurs bourgeons. On se sert dans la pratique agricole de deux

(1) Caton, *De re rustica*, cap. XLI.

espèces de greffe par gemma : 1° la greffe en écusson ; 2° la greffe en flûte.

1° *Greffe en écusson.* On prépare le sujet en incisant l'écorce en forme de T, de manière qu'un bourgeon soit compris dans la branche descendante du T. Puis on soulève deux lambeaux de l'écorce, de manière à laisser à découvert un triangle A. (*fig.* 157). On détache ensuite de la greffe une partie triangulaire à peu près égale au triangle A, et qui contienne un bourgeon. Après l'avoir cernée, et avant de l'enlever, on passe une lame de couteau en arrière, de manière à enlever une portion de l'aubier derrière le bourgeon. Si celui-ci se trouvait vide en arrière, il ne reprendrait pas. On place alors le segment triangulaire de la greffe dans le segment découvert du sujet ; on le recouvre par les deux lambeaux qu'on avait renversés, et on les serre autour de la greffe par une lanière d'écorce.



Cette greffe est dite *à œil poussant* quand elle a lieu au printemps et jusqu'au commencement de l'été : alors le bourgeon ne tarde pas à entrer en végétation. La greffe du mois d'août est appelée *greffe à œil dormant*, parce que ce n'est qu'au printemps suivant qu'a lieu la pousse du bourgeon.

Quand on greffe des arbres de la famille des Aurantiacées, on fait le plus souvent les incisions en T renversé, ⊥. On croit qu'elle réussit mieux de cette manière (Risso).

Les jardiniers préfèrent presque toujours la greffe en écusson à toutes les autres, parce qu'elle peut s'exécuter sur les moindres rameaux et sur les très petits pieds d'arbres, parce qu'elle est expéditive, et parce qu'elle n'oblige pas de sacrifier l'arbre, comme la greffe en fente, dans laquelle on coupe la tête du sujet.

2° *Greffe en flûte.* On recèpe le sujet au point où on veut opérer ; on découpe son écorce en lanières, qu'on fait retomber. On prend ensuite un anneau, ou tube cylindrique, de

l'écorce de la greffe pris sur un rameau d'un an, et portant plusieurs bourgeons, de dimension telle qu'elle s'adapte le mieux possible au cylindre du bois du sujet mis à découvert (*fig.* 158). Quand on a placé ce cylindre, on relève les lanières de l'écorce, et on les serre au moyen de liens d'écorce sur l'anneau de la greffe, de manière à laisser ses bourgeons à découvert; enfin on couvre le sommet de la greffe d'onguent de Saint-Fiacre enveloppé de toile à canevas.

Si le diamètre du tube est trop grand et qu'il ne s'adapte pas bien au cylindre du sujet, on le fend avec un couteau, et on en retranche ce qui est nécessaire pour qu'il s'y adapte bien; on l'arrête ensuite de la manière prescrite.

Cette greffe est très solide, se dérange peu, et résiste bien au vent; aussi l'emploie-t-on de préférence pour greffer en tête et sur place la plupart des arbres dans la grande culture, les noyers, les amandiers, les châtaigniers, les mûriers, les figuiers, etc.

CHAPITRE XI.

Retranchement d'organes des végétaux pour obtenir un plus grand ou un meilleur produit

L'observation des phénomènes qui se produisent pendant la végétation des plantes conduit à opérer le retranchement de certaines de leurs parties ; ainsi on pince l'extrémité des tiges du melon, et de plusieurs autres cucurbitacées, pour éviter qu'elles continuent à porter des fleurs trop nombreuses, dont les dernières n'auraient pas le temps de mûrir et détourneraient cependant une partie des sucs de la plante au profit de leurs fruits imparfaits ; on taille les branches des arbres pour

diriger la séve sur celles qui sont le mieux disposées à porter des fruits, ou pour faire naître de nouveaux rameaux qui soient mieux disposés pour produire des fruits ou des feuilles; on coupe les épis mâles du maïs après la fécondation, pour qu'alors, devenus inutiles, ils ne s'emparent pas à leur profit d'une partie de la nourriture de la plante; on arrache les tiges mâles du chanvre, qui mûrissent avant les femelles, pour donner à celles-ci plus d'air et d'espace; on supprime en partie des bourgeons à fruit sur les branches qui en sont surchargées et qui ne pourraient les nourrir tous convenablement; on retranche aussi les bourgeons à bois, en laissant seulement ceux qui doivent pousser dans la direction désirée; on enlève une partie des feuilles, quand elles sont trop nombreuses, pour que les fruits soient plus facilement atteints par les rayons du soleil; on courbe les branches trop verticales pour les disposer à porter fruit; au moment de la floraison, on fait des incisions sur l'écorce des branches pour faire nouer les fruits situés au-dessus de l'incision, et empêcher le retour de la séve. Toutes ces opérations, qui sont une véritable orthopédie végétale, se réduisent à ces deux choses: 1° enlever les parties des plantes qui ont accompli leur office dans la végétation, celles qui ne pourraient compléter tous les périodes de leur végétation, et enfin celles qui, par leur disposition, les accompliraient imparfaitement aux dépens de celles qui sont mieux placées; 2° courber ou inciser les rameaux pour retarder le mouvement de la séve, et déterminer la production de fruits au lieu de celle de feuilles ou de rameaux. On obtient ces résultats au moyen, 1° du pincement; 2° de l'ébourgeonnement; 3° de l'effeuillaison; 4° de l'écimage; 5° de l'arrachement; 6° de la taille; 7° de l'arqure; 8° de l'incision annulaire. Nous allons décrire successivement ces opérations.

Section Ire. — *Pincement des tiges.*

Le pincement, qui consiste à retrancher l'extrémité des tiges herbacées, se fait avec l'ongle, quand elles sont minces et faibles; avec un instrument tranchant, quand elles sont plus fortes; mais toutes les fois que cela est praticable, la première méthode vaut mieux, parce que la plaie contuse faite par la pression se cicatrise plus tôt et laisse écouler moins de sucs que celle qui est faite par la serpe.

On pince les tiges qui s'emportent et produisent beaucoup de feuilles sans fleurs, comme cela arrive souvent aux pois venus dans des terrains humides et gras; on pince aussi l'extrémité des tiges du melon et des autres cucurbitacées, plantes qui continuent à fleurir pendant toute la saison chaude. Il arrive une époque où leurs fruits n'auraient plus le temps de mûrir: il est donc inutile de tolérer cette floraison improductive et cet allongement de tige. Après le pincement, tous les sucs de la plante tournent au profit des fruits restants; enfin, on pince aussi les vignes qui s'emportent, etc.

Quel est le véritable effet du pincement des tiges? On prétend donner de la force à ce qui en reste, en retenant la sève dans les parties basses, augmentant ainsi le volume des fruits et hâtant la maturité. Voici ce qui résulte, à l'égard de la vigne, des observations d'Oscar Leclerc : « La première de ces assertions, dit-il, est détruite par l'observation, qui prouve qu'une taille quelconque, soit en sec, soit en vert, n'ajoute jamais à l'accroissement normal de l'individu, et que l'arbre taillé prend toujours moins de développement que celui qui ne l'est pas. » Quant à ses effets sur les fruits, cet auteur a fait plusieurs expériences à différentes époques plus ou moins voisines de la maturité. Quand les raisins étaient encore peu avancés et qu'on pinçait les tiges, ils ne présentaient d'autre

différence que plus d'inégalité dans l'époque de la maturité, et il se développait des sous-bourgeons qui fleurissaient et acquéraient une demi-maturité. Quand il opérait plus tard, et à l'époque où l'ascension de la séve est moins active et où le sommet des sarments cesse de s'accroître, les grappes, loin d'acquérir plus de volume, s'arrêtaient en général dans leur développement et d'une manière d'autant plus marquée, que l'opération laissait subsister au-dessus un moins grand nombre de nœuds. Enfin, plus tard, en septembre, quand la température s'était abaissée, et qu'il semblait que l'exposition plus directe aux rayons solaires dût être avantageuse aux grappes, le pincement eut pour effet de nuire au développement des raisins, de retarder leur maturité et de diminuer notablement leur saveur sucrée [1].

Duhamel et Parent avaient fait des expériences semblables avant Leclerc; mais ils avaient supprimé toutes les feuilles, et n'avaient pas ainsi constaté, comme M. O. Leclerc, les effets du simple pincement. Leurs résultats avaient d'ailleurs été les mêmes que ceux de ce dernier.

A Thomery, pays classique pour la conduite des vignes en espalier, on pince principalement pour maintenir de l'ordre dans la disposition des rameaux et pour que les sarments du rang inférieur n'aillent pas se mêler à ceux du rang supérieur. Or, les rangs sont éloignés de $0^{m},50$ les uns des autres : on pince à cette longueur, et on laisse à peu près huit ou neuf nœuds au-dessus du nœud inférieur ; il reste donc assez de feuilles pour entretenir l'ascension régulière de la séve des rameaux; mais dans les vignes en plein vent, ce motif ne peut être allégué, et cependant l'opération est conseillée et pratiquée dans un grand nombre de ces vignes.

Dans sa *Statistique des vignes de la Côte-d'Or*, M. Morelot

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1843, 1re partie, page 199.

nous apprend que, dans le mois d'août, lorsque les années ont été pluvieuses et chaudes, le jet de la vigne se fait avec beaucoup de vigueur; elle croît avec une rapidité étonnante; les pampres acquièrent une longueur démesurée. Le vigneron parcourt alors ses vignes, une serpe à la main, en faisant tomber sous ses coups les pampres trop allongés. Il est obligé, dans certaines années, de recommencer plusieurs fois cet étêtement, qui a le double but, dit-il, d'arrêter la séve surabondante et de donner de la force au raisin. On remarque en général, ajoute-t-il, que les années où les pampres se sont étendus outre mesure sont celles où le vin a été d'une qualité inférieure.

Dans toutes ces pratiques, on voit que le pincement modéré, en laissant un assez grand nombre de nœuds et de feuilles au-dessus du fruit, n'est pas nuisible à la maturité, et peut être utile en modérant la végétation, en diminuant la quantité de rameaux parasites, enfin en réglant leur direction; mais que le pincement fait trop près du fruit, et sans laisser une quantité suffisante de feuilles, a été nuisible; enfin, le pincement vigoureux fait sur une tige qui ne porte pas de fleurs en détruirait la production, comme on le voit par ce qui se passe dans les pois. Nous examinerons les raisons physiologiques de ces faits après avoir parlé de l'effeuillaison.

SECTION II. — *De l'effeuillaison.*

L'effeuillaison peut avoir pour but de procurer l'accès de la lumière au fruit. Dans ce cas, elle doit se faire avec modération, et seulement quand le fruit est parvenu à sa grosseur. Ce qui le prouve, ce sont les effets directs de cette opération. Ainsi, on effeuille la betterave pour se procurer de la nourriture pour le bétail; mais cette suppression, pour si modérée qu'elle soit, diminue beaucoup le produit de la racine[1].

(1) Mathieu de Dombasle, t. VII, p. 242.

La soustraction des feuilles de la vigne nuit évidemment à ses fruits. O. Leclerc, ayant choisi deux ceps portant chacun quelques grappes dont les grains avaient acquis le cinquième de leur volume normal, détacha toutes les feuilles et continua à supprimer toutes celles provenant du développement de nouveaux bourgeons. Les grains, qui avaient fort peu augmenté de volume depuis le premier jour de l'effeuillement, cessèrent dès lors de croître; ils commencèrent à tomber un à un, et il n'en resta aucun à l'époque de la maturité.

Dans les deux opérations dont nous venons de parler, il ne faut jamais perdre de vue les fonctions importantes des feuilles. La quantité de séve qui monte dans un végétal est proportionnée à son évaporation, pourvu que l'humidité de la terre soit suffisante pour y fournir. Elle cesse de monter dans les rameaux quand elle n'y est pas appelée par l'évaporation, et elle ne monte que jusqu'à la hauteur où se trouvent les dernières feuilles. La séve qui s'élève indépendamment des feuilles, et par un mécanisme d'imbibition et de capillarité, suffisant pour préparer l'évolution des bourgeons, ne l'est plus pour amener aux fruits les substances qui sont nécessaires à la formation du sucre, de l'albumine et du gluten. Le pincement peut être utile si le torrent de la séve est si abondant et tellement renouvelé pendant la saison de la maturation, qu'il nuise à la transformation des substances qui se classent dans les fruits; il sert à arrêter cet abord nuisible de la séve. C'est ainsi que le pincement et l'effeuillaison modérés peuvent être conseillés pour la vigne dont la végétation est exubérante; pour les melons, les pois, quand leur végétation est trop vigoureuse; mais comme pratique habituelle, sur les plantes qui n'ont pas un excès de vigueur, elle est ordinairement nuisible, et il faut se garder de croire que l'insolation puisse perfectionner la maturité quand elle n'est pas accompagnée d'un mouvement de séve que la privation de feuilles fait cesser.

Section III. — *De l'écimage.*

L'écimage consiste dans la suppressiou des fleurs terminales de la plante. On enlève les épis mûrs du maïs après la fécondation; les épis mâles ne tardent pas alors de se flétrir. Cette opération a surtout pour but de se procurer du fourrage vert car ces cimes, manquant de feuilles, appellent peu la sève; ainsi leur suppression fait peu refluer de sucs au profit des épis granifères. Les maïs qu'on n'écime pas sont tout aussi productifs que ceux qu'on opère.

En Irlande, qui est le théâtre le plus actif de la culture de la pomme de terre, on écime les fleurs de la pomme de terre; on croit ainsi augmenter le produit des tubercules. Cette pratique se trouve aussi répandue sur plusieurs points du continent, où nous l'avons observée. L'écimage des tiges des pommes de terre ne fournit rien pour la nourriture des bestiaux; mais on l'avait recommandé pour faire de la potasse. Il était facile de prévoir, même avant les expériences de M. Mollerat, le sort que cette opération devait avoir sur la production des tubercules; elles ont constaté que le dommage était d'autant plus grand qu'elle avait lieu quand la végétation était moins avancée. Ainsi, les tiges étant coupées avant la floraison, on obtenait 4,300 kil. de racines, tandis que, retranchées seulement un peu avant la récolte, on obtenait 41,700 kil. pour la même surface du terrain.

Quant à l'écimage des fleurs, s'il était prouvé qu'il fût favorable à ces plantes, ce qui n'est pas, car certaines espèces, les plus productives en tubercules, comme la patraque blanche, sont aussi le plus chargées de fleurs et de fruits, on concevrait difficilement que le profit égalât les frais qu'occasionnent les soins minutieux qu'exige une telle soustraction et le dommage qui résulterait nécessairement du passage des

ouvriers à travers un champ bien garni, où ils meurtriraient et casseraient un grand nombre de tiges.

SECTION IV. — *De la taille et de l'ébourgeonnement.*

La taille diffère du pincement en ce qu'elle se fait quand l'arbre est dépouillé de ses feuilles et qu'il n'est plus en séve. Elle n'a pas pour but de le fortifier, comme quelques personnes l'ont cru, car elle affaiblit toujours le sujet qui y est soumis; elle est uniquement destinée à provoquer artificiellement la pousse de certains membres du végétal qui produisent d'une manière plus profitable les parties destinées à notre usage. On taille les arbres à fruit pour obtenir un plus grand nombre de fruits, ou des fruits plus beaux ; on taille les têtards pour substituer à la production de grosses branches une multitude de brindilles garnies de feuilles destinées à la nourriture des bestiaux, ou un certain nombre de jets vigoureux et jeunes; on taille les mûriers afin d'obtenir, au lieu de rameaux courts, dispersés, entremêlés, difficiles à atteindre et à dépouiller de leurs feuilles, des rameaux droits, bien espacés, présentant la plus grande surface extérieure possible, et dont on puisse enlever les feuilles d'un seul coup de main ; on recèpe enfin toutes les branches d'un arbre, on le *couronne* quand il languit et se meurt par la cime pour rapprocher les bourgeons naissants de sa base, diminuer la longueur du trajet de la séve dans ses branches, en réduire le nombre, le proportionner à sa force végétative; dans ce dernier cas, on fait une véritable opération chirurgicale : les autres sont de l'hygiène.

On conçoit, d'après ce que nous venons de dire, qu'il n'y a pas de méthode générale pour la taille ; qu'elle dépend du but qu'on veut atteindre et de la nature de l'arbre auquel elle est appliquée ; mais il y a des principes généraux qui doivent nous

diriger dans cette application, qui se rattache aux deux objets principaux qu'on veut atteindre : 1° provoquer la production des fruits; 2° provoquer la production du bois et de la feuille.

§ I. — Taille à fruit.

On se propose, par la taille à fruit, d'obtenir dans un temps et sur un espace donné le plus grand produit net possible de la culture des arbres à fruit. Il faut donc écarter toute considération qui n'aurait pour objet que de prolonger la vie de l'arbre; c'est sa vie utile et productive qu'on doit uniquement rechercher : il faut donc se demander s'il faut sacrifier la qualité à la quantité, si la qualité est assez bien payée sur les lieux pour dépasser en produit net celui de la quantité, si les frais de replantation fréquente ne dépassent pas le bénéfice qu'on pourrait tirer d'une production plus prolongée, etc.

Pour obtenir le plus de fruits possible d'un arbre, il faut observer sa nature, connaître quels sont les rameaux destinés à porter du fruit et ceux qui ne peuvent plus en porter; couper ces derniers, et favoriser la pousse de ceux qui sont mieux disposés. Ainsi, pour le pêcher, il n'y a jamais de bouton à fruit sur un rameau qui en a déjà porté; d'où il suit qu'il faut provoquer chaque année la pousse du plus grand nombre possible de nouveaux rameaux : pour cela, il faut supprimer toute branche ayant porté fleur ou fruit. Le bourgeon le plus bas placé sur une branche étant le plus vigoureux, on taille court au-dessus de l'œil ou bourgeon inférieur, ou de deux yeux ou bourgeons, en supprimant toute la partie supérieure. On traite de la sorte un assez grand nombre de rameaux de deux ans pour que l'arbre reste suffisamment garni; on supprime complétement tous ceux qui sont maladifs, peu garnis de boutons, ou qui, par leur direction, contrarieraient la pousse des nouveaux rameaux.

Le pêcher abandonné à lui-même pousse toujours en haut et se dégarnit par le bas. On allonge plus ou moins la taille, selon le plus ou moins de fertilité du terrain, de manière à ce que l'arbre puisse nourrir tous les fruits qu'on lui conserve. Nous traitons ici la question d'une manière générale, et sans entrer dans la conduite de l'espalier, qui tient à l'horticulture.

Le pêcher porte ses fruits sur les rameaux d'un an ; mais la vigne les porte sur ceux de l'année, et les bourgeons naissent sur le vieux et le nouveau bois. La seule attention qu'exige cette taille est donc de conserver un nombre de bourgeons proportionnés à la force et à la nature du sol. C'est dans la fixation de cette proportion que consiste l'art du cultivateur. Qui ne comprend combien est absurde cette uniformité de taille qui règne par la force de l'habitude, et qu'on applique aux vignes situées sur des terrains gras, fertiles, pourvus d'amendements, faciles à remplacer par d'autres végétaux quand elles sont sur leur déclin, et les vignes des terrains maigres qui ne pourraient être remplacées avantageusement et dont il faut prolonger indéfiniment la durée? C'est la pratique de ces dernières qui a été introduite avec la vigne elle-même quand elle a été importée sur les terrains fertiles. Dans ceux-ci, elles peuvent être chargées sans inconvénient, tandis que les autres doivent être ménagées. Nos vignerons si intelligents du Languedoc commencent à comprendre cette vérité; ils allongent leur taille, abrègent la durée de leurs vignes pour obtenir le maximum de produit dans le temps le plus court.

Prenons un autre exemple : le poirier. Chez lui les bourgeons à fruit restent quelquefois plus de quatre ans à grossir avant de se développer. Ils prennent chaque année une ou deux feuilles, laissent sur leurs supports la trace de leurs pétioles, et finissent par former une espèce d'excroissance ligneuse appelée *lambourde*, d'où sort enfin un court rameau couvert de boutons à fleur; le bourgeon terminal de chaque ra-

meau se développe toujours en bois sans produire de fruits. Pour hâter la croissance des lambourdes, il faut supprimer le sommet des rameaux pour les empêcher de s'élancer, les forcer de produire des branches latérales, pincer les rameaux les plus voisins des bourgeons fructifères, et leur renvoyer ainsi la séve qui s'égarerait à produire du bois et des feuilles. Il en est de même du pommier.

L'abricotier diffère de tous ces arbres; au lieu de pousser par le haut comme le pêcher, il se dégarnit sans cesse du haut, et se regarnit de branches par le bas. Ses branches portent en même temps du fruit et du bois; cet arbre est très sujet à l'épaississement de sa séve, qui se change en gomme. Tous ces faits nous indiquent assez que la taille de l'abricotier doit consister seulement dans le retranchement des parties supérieures malades ou mortes, et à l'ébourgeonnement des rameaux qui portent un trop grand nombre de boutons à fruits.

Ces exemples nous prouvent que la taille est une opération tout à fait spéciale pour chaque arbre; qu'elle dépend de sa nature, et qu'elle ne reconnait d'autre loi générale que celle qui résulte des résultats économiques qu'on veut obtenir. En se procurant beaucoup de branches à fruits, on obtient la quantité; en retranchant sur ces branches à fruits un certain nombre de bourgeons, ceux qui restent sont plus à l'aise et profitent de toute la séve : on obtient alors la qualité. L'observation conduit à reconnaître les parties de chaque espèce qu'il faut retrancher, et celles qu'il faut respecter dans cette opération, sans laquelle la production du bois l'emporterait sur celle des fruits.

§ II. — Taille pour obtenir la production de la feuille.

Le principe économique, qui consiste dans le produit net le plus grand possible dans l'espace de temps le plus court, do-

mine encore ici la question. Nous ignorons comment elle a été résolue par les Chinois cultivateurs du thé; chez nous le mûrier est le seul arbre qu'on cultive pour la production de sa feuille, et nous croyons devoir renvoyer nos lecteurs à l'article où nous traitons spécialement de cet arbre pour donner les détails assez compliqués qui le concernent et qui n'auraient pas leur application ailleurs.

CHAPITRE XII.

Culture pendant la végétation des plantes.

Section Ire. — *Sarclage.*

Les cultures qui ont lieu pendant la végétation des plantes ont pour but de détruire les herbes étrangères à la culture, de rompre l'adhérence du sol, pour donner à l'air un libre accès dans son intérieur; de le tenir soulevé pour empêcher le dessèchement du fond, enfin d'entasser la terre au pied de certaines plantes. ce qu'on appelle les *butter*. Si on veut se borner à la destruction des mauvaises herbes, l'opération prend le nom de *sarclage;* elle se fait de plusieurs manières. Quand on sarcle des semis à la main, des femmes et des enfants agenouillés profitent du moment où la terre est encore fraîche pour arracher les herbes nuisibles avec leurs racines. On sarcle de cette manière, et à plusieurs reprises, depuis le moment de leur naissance et jusqu'à ce qu'elles aient pris de la force, les plantes qui doivent occuper le terrain pendant plusieurs années, et qu'il importe de délivrer de la concurrence des plantes étrangères : la luzerne, la garance, sont des cultures assez précieuses pour exiger de tels soins. L'extrême netteté des terres dans une partie de la Toscane, aux environs de Lucques, tient

à la nombreuse population de ce pays, dont les femmes et les enfants sont sans cesse occupés à la chasse des mauvaises herbes; nous les avons vus, avec admiration, s'élancer à l'envi pour arracher une seule plante parasite qu'ils avaient découverte de loin.

La prodigieuse quantité d'herbes qui vient dans certains sols, surtout dans ceux qui sont sujets à être inondés, oblige à cette pénible et coûteuse opération, sans laquelle les plantes cultivées seraient bientôt étouffées sous l'abondance de leurs rivales. Dans les terres ordinaires, elle s'opère avec sept ou huit journées de femme (de 22^k,64 à 25^k,88 de froment); mais nous avons vu, sur les bords du Rhône, des terres où on n'en avait pas été quitte à moins de trente-quatre journées (109^k,99 de blé).

Dans les terrains ordinaires, et pour les cultures annuelles, on sarcle les plantes avec la houlette, espèce de petit soc en fer longuement emmanché qui coupe entre deux terres les herbes qui garnissent les céréales, sans endommager celles-ci. La plupart de ces plantes sauvages ne repoussent pas de la racine, ou au moins leur crue est retardée; elles ne viennent pas à maturité en même temps que les plantes cultivées et leurs graines ne se mêlent pas à celles de ces dernières. Ce travail doit se faire par un temps sec, et pour le blé, quand il commence à monter en tige et qu'il a atteint 0^m,21 à 0^m,24 de hauteur.

Le hersage fait sur un terrain dont le semis a déjà poussé a un double but : la destruction des mauvaises herbes et la rupture de la croûte superficielle du sol. Pour remplir le premier, on herse avec des instruments pesants et à dents rapprochées, des peignes même, si cela est possible, s'il s'agit d'enlever la mousse qui croît dans le gazon des prairies. On traite de la même manière les luzernes et les autres prairies artificielles dès le retour du printemps, et avant qu'elles n'entrent en végétation.

Les agriculteurs habiles recommandent aussi fortement le hersage des céréales au printemps; cette opération doit se faire par un temps humide et chaud. Le hersage détruit les mauvaises herbes, ameublit la surface du sol, et donne aux céréales une nouvelle vigueur. « Il faut se livrer à cette opération sans aucune crainte, dont la première fois on a peine à se défendre, dit Thaër (§ 1024); si après cela le champ a toute l'apparence d'avoir été semé récemment, de sorte qu'à peine on y aperçoive une feuille verte et qu'on n'y voie autre chose que de la terre, c'est alors que l'opération a le mieux réussi.... Après huit à dix jours, selon la température, on verra les plantes pousser de nouveau, et le champ paraîtra alors beaucoup plus garni de plantes qu'un autre qui n'aurait pas subi cette opération. » Mathieu de Dombasle recommande seulement de la faire de bonne heure et avant que la plante n'ait tallé; mais il ne paraît pas en avoir fait usage sur ses terres : on n'en trouve aucune trace dans les *Annales de Roville*, quoiqu'il l'ait conseillée dans le *Calendrier agricole* (mois de mars). M. Moll [1] recommande aussi le hersage, mais ne le pratique pas dans les terres qui se déchaussent et pour lesquelles le rouleau est plus nécessaire. « Nous conseillons beaucoup à tous les cultivateurs, dit-il, d'essayer les hersages des blés au printemps. Qu'ils fassent comme nous, qu'ils expérimentent sur la moitié d'un billon; ils se convaincront, dès la première année, de la bonté de l'opération. » Nous nous sommes bien trouvé aussi de herser les pommes de terre après leur sortie, avant que leur végétation fût très développée et dès que les plantes étrangères commencaient à se montrer.

Quand les plantes, sans être semées en ligne, sont assez espacées entre elles, on les cultive avec facilité au moyen de pe-

(1) *Manuel d'agriculture*, p. 83.

tites binettes étroites et pointues, ou avec des houes à la main plus larges. C'est ce genre de culture que les Flamands entendent si parfaitement, et qui fait le succès de leurs cultures sarclées (lin, colza, pavot, tabac); leurs femmes et leurs enfants sont aussi habiles à se servir de la houette que les hommes de la grande houe. Ceux-ci cultivent avec cet instrument cinq ares de terre par jour (129k,4 de blé par hectare)[1]; mais quand il ne s'agit que d'extirper les mauvaises herbes sans cultiver, on va beaucoup plus vite.

Enfin, quand les plantes sont disposées en ligne, on se sert des scarificateurs et des extirpateurs. Si les plantes ne sont alignées que dans un sens, après avoir cultivé les interlignes, on passe le long des lignes, avec la houe à la main, pour cultiver entre les plantes. Ces travaux doivent être de moins en moins profonds, à mesure que la saison avance, que les plantes étendent davantage leurs racines et leurs tiges, et s'emparent du terrain. En continuant alors à approfondir la culture, on serait exposé à détruire des racines qui ne se régénèrent pas sans trouble pour la végétation, et à atteindre des bourgeons qui ne seraient pas remplacés.

SECTION II. — *Buttage.*

Le buttage est une opération par laquelle on entasse la terre au pied des végétaux. On l'exécute au moyen de la houe ou du buttoir; il a lieu ou au printemps, avant que la terre se dessèche complétement, ou avant le commencement des froids de l'hiver.

Le buttage du printemps a pour effet de déterminer la production de nouvelles racines partant des bourgeons enterrés avec la tige; aussi est-il principalement indiqué pour les

(1) Cordier, *Agriculture de la Flandre*, p. 171.

plantes qui, comme le maïs, le tabac, sont peu enracinées en comparaison de leur hauteur et de la prise qu'elles donnent au vent. On a cru devoir l'employer aussi pour augmenter les produits des plantes dont on recueille les tubercules souterrains et qui ont des tiges allongées, et entre autres pour la pomme de terre et la batate. Les opinions sur ses résultats sont très diverses. Putsche et Bertuch [1] expliquent ces contradictions en remarquant que dans certaines espèces les tubercules poussent près de la surface du sol, le soulèvent, et ont besoin du buttage pour les préserver de l'action de la lumière qui les fait verdir et change la nature de leur substance.

Des expériences soignées, faites en Angleterre par Robertson, lui avaient donné un dixième de produit en moins pour ses pommes de terre buttées, en comparaison de celles qui ne l'avaient pas été. Ces expériences, répétées par Mathieu de Dombaslé, lui ont donné les mêmes résultats ; il les explique en faisant observer que lorsqu'on opère le buttage, les racines ont déjà avancé leur travail pour la formation des tubercules, à la profondeur qu'exige leur constitution. Si on amoncelle au pied de la plante une nouvelle quantité de terre, ce travail est dérangé, et la plante pousse de nouvelles racines à la profondeur voulue pour y faire naître de nouveaux tubercules. Ce double travail serait cause de la diminution observée dans les récoltes.

Jacquin [2] a obtenu, au contraire, une récolte un peu plus abondante (un dixième en sus) avec le buttage ; mais les tubercules étaient moins bien faits, verdissaient sur les parties hors de terre et contractaient un goût amer. Il est évident qu'ici la végétation des tubercules primitifs avait été interrompue ; que

(1) *Essai sur la monographie des pommes de terre*, en allemand (extrait de la *Bibliothèque universelle*, partie Agriculture), t. VIII, p. 178.

(2) *Bulletin de la Société centrale d'agriculture*, 1er vol., 2e série, p. 592 et 594.

de nouveaux tubercules avaient eu le temps de se former sous le monticule de terre entassée par le buttage; que le temps, la saison, en avaient favorisé le développement au point même qu'un certain nombre d'entre eux avaient percé et s'étaient montrés au jour, où ils avaient pris la teinte verdâtre, le goût âcre, qui sont le résultat de l'exposition des tubercules de pommes de terre à la lumière.

Ces résultats sont fort contradictoires et pourraient faire naître le doute; cependant, si on remarque que partout où la culture de la pomme de terre se fait en grand, le buttage est usité; qu'il l'est particulièrement en Irlande, où cette plante est la base de la nourriture, nous aurons un doute légitime sur la certitude des conclusions qu'on voudrait en tirer.

Il nous a paru que le buttage était utile quand il était fait de très bonne heure; quand le bas de la tige était encore herbacé, et avait une forte disposition à pousser des racines de ses bourgeons situés au-dessus du collet; quand les tubercules encore petits ne pouvaient être dérangés par le remuement de la terre fait près du pied de la plante; quand le fond de terre n'était pas meuble naturellement, et que le buttage procurait aux racines un cube de terre ameubli dans lequel elles pouvaient facilement grossir; quand le sous-sol était trop près de la surface, surtout dans les terrains humides : il nous a paru convenir surtout aux espèces qui produisent leurs tubercules en monceau, tandis qu'il était nuisible à celles qui les ramifient et les dispersent beaucoup.

Sous des conditions opposées, le buttage est indifférent ou nuisible; mais, excepté dans ce dernier cas, on regrettera peu de l'avoir fait, parce qu'il facilite l'arrachement des pommes de terre à la charrue, et qu'il est une bonne préparation pour les récoltes suivantes.

On butte aussi les plantes qui craignent le froid de l'hiver; on ne fait ici que remplir l'indication de la loi qui nous apprend

que l'abaissement de température est toujours moins grand à mesure qu'on pénètre dans l'intérieur de la terre. C'est pour cela qu'on butte fortement l'olivier, l'oranger, l'artichaut, et même dans le nord le figuier, la vigne, le mûrier multicaule; c'est aussi pour la même raison qu'on couvre la garance de terre avant l'hiver, et non pour faire multiplier ses racines : quand celles-ci éprouvent un degré de froid trop vif, leur écorce se gerce, se réduit en poussière sous le frottement, sans produire de matière colorante.

CHAPITRE XIII.

Des récoltes.

La récolte d'un produit se fait à l'époque de sa vie végétative qui est jugée la plus favorable pour sa perfection et sa conservation. Assez souvent aussi la question économique des frais de récolte entre pour une part dans cette détermination. Ainsi on récolte le raisin à sa maturité, mais on recueille souvent l'olive avant sa maturité, qui n'est pas toujours le moment où le parenchyme fournit le plus aisément la plus grande quantité d'huile, parce que quand les olives sont mûres et tombent spontanément de l'arbre, la qualité de leur huile est moins bonne. Cette chute est successive, se prolonge beaucoup, et amène des difficultés dans la fabrication de l'huile; enfin elle n'a lieu qu'au printemps, et fait perdre la saison la plus opportune pour la culture des arbres. On a donc préféré devancer cette maturité, cueillir d'un seul coup toutes les olives, faire en masse la fabrication de l'huile, qui est plus soignée et moins prolongée, et se ménager ainsi le moyen de faire les cultures dans une saison opportune.

Ce n'est donc pas toujours la maturité du fruit qui déter-

mine le moment de la récolte. D'ailleurs qu'entend-on par maturité? Est-ce l'état où la semence peut germer et reproduire un végétal semblable? Nullement. Le pepin de la poire d'hiver est mûr bien avant que le parenchyme soit assez sucré pour que le fruit soit propre à la consommation. Et la maturité des fourrages? Ce n'est pas celle de la graine, mais un état de la tige dont l'appréciation est bien variable. La récolte des tubercules farineux ne précède-t-elle pas souvent la floraison elle-même de la plante? Autant de produits, autant de principes pour déterminer leur maturité agricole, si différente de leur maturité botanique.

Parcourons quelques-unes des modifications qu'éprouvent les principes de la maturité. Pour les plantes dont on recueille les graines, la récolte a lieu quand le périsperme est solidifié. Dans ce cas, on devance cette époque, à moins qu'elles soient sujettes à se détacher de leur enveloppe et à se répandre, en laissant la maturation s'achever dans cette enveloppe détachée de la plante. Ainsi on moissonne les céréales lorsqu'elles sont mûres ou bien près d'être mures; on se règle, pour commencer la moisson, sur la durée présumée de cette opération, de manière à ce que les dernières journées devancent le moment où la graine se détacherait de l'épi ; mais pour le colza, dont les graines mûrissent successivement dans les siliques, et dont les siliques ne sont pas toutes mûres à la fois, on arrache le plant de bonne heure, dès que les premiers signes de maturité se manifestent, sans quoi les siliques s'ouvriraient spontanément, répandraient leurs graines à terre, et l'on perdrait une grande partie de la récolte.

Si c'est le parenchyme du fruit qui est le but de la culture, on le cueille au moment où il contient le maximum de sucre ou d'huile. C'est ainsi que l'on règle la récolte du raisin, des pommes, etc.; mais si ce moment doit être devancé par les froids de l'hiver, comme cela arrive pour les poires d'hiver,

on se hâte de cueillir avant leur arrivée, parce que l'on sait que la formation de la matière sucrée se continue dans le fruit détaché de l'arbre; c'est aussi ce que l'on fait pour les olives, d'après les motifs que nous avons exposés plus haut.

Les fourrages se fauchent en pleine fleur, quand ils doivent repousser après leur coupe. Leur fructification retarderait les coupes suivantes, et, tout en accumulant plus de sucs nutritifs dans la masse récoltée, la rendrait moins profitable aux animaux, par le durcissement des tiges, qui seraient peu appétissantes et difficiles à digérer. Si le terrain doit être défriché après la récolte, on laisse la maturité s'avancer davantage, mais jamais au point de rendre le fourrage trop ligneux.

Les feuilles se récoltent, ou au moment des besoins, comme pour le mûrier, ou avant l'époque où elles se détachent naturellement de l'arbre. Alors sans doute elles ont perdu une partie de leur faculté nutritive, mais aussi les arbres ne souffrent pas de leur soustraction, comme ils feraient si on les en dépouillait pendant que la séve est encore en mouvement.

Pour les racines, on se garde d'attendre la floraison et la fructification, époque où les sucs nutritifs passent en abondance de la racine au sommet de la tige.

On voit que, pour les récoltes, on procède comme pour la taille, d'après l'examen spécial de la plante et de l'utilité qu'on veut en tirer.

Les récoltes se font aussi d'après plusieurs procédés : 1° On cueille les fruits et les fleurs sur les arbres; 2° on ramasse les fruits dont on attend la chute; 3° on arrache les tiges de terre; 4° ou on les coupe plus ou moins près du sol, par le moyen de la faucille et de la faux; 5° ou on détache les graines des tiges par le battage ou par la pression.

SECTION Ire. — *Cueillette des fruits.*

Si la cueillette coïncide avec la maturité des fruits, on détermine la chute de ceux qui n'adhèrent plus fortement aux branches par des secousses imprimées à l'arbre ou aux rameaux. C'est ainsi que, pour les pommes à cidre, un homme monte sur l'arbre, et, pesant successivement du pied sur les branches, leur imprime un mouvement qui détache la plus grande partie des pommes. C'est au moyen de gaules, avec lesquelles on frappe celles qui tiennent encore, qu'on parvient à compléter la récolte. On ne peut pas attendre leur chute spontanée, parce que la fabrication du cidre doit être faite tout d'un coup. Ce procédé doit être employé avec beaucoup de ménagement, car il détruit ou endommage au moins un grand nombre de boutons à fruit qui sont l'espoir des récoltes suivantes.

On gaule aussi les noyers pour abattre toutes les noix qui sont à portée, en montant ensuite aux différents étages des branches, pour atteindre celles qui sont plus élevées. Le fruit du noyer venant sur le bois de l'année, le gaulage, qui meurtrit cependant un certain nombre de bourgeons, lui cause beaucoup moins de mal qu'à un arbre qui fructifie sur le vieux bois. Il n'en est pas de même de l'olivier, dont le fruit vient sur le bois de deux ans; le gaulage fait un dégât considérable de jeunes rameaux et appauvrit beaucoup la récolte suivante. Son fruit est trop précieux pour qu'on doive se livrer à cette opération sans les raisons les plus fortes. Nous avons vu gauler les oliviers en Sicile avec des perches énormes, et les arbres étaient décrépits et pauvres de jeunes pousses. Dans la partie de la Corse la plus couverte d'oliviers (la Balagne), on attend la chute spontanée du fruit; la récolte ne s'achève donc qu'au printemps; mais dans la contrée industrieuse du cap Corse, on cueille les olives à la main sur des arbres de très haute taille. Pour y parvenir, on lie les rameaux en faisceaux

qui donnent aux ouvriers le moyen de les atteindre sans risquer leur vie sur des branches trop faibles; on ne gaule que les branches écartées.

On cueille sur plante plusieurs fruits, tels que les artichauts, les capsules de coton, les ricins, qui mûrissent successivement; enfin on recueille jour par jour les fleurs du safran qui veulent être enlevées immédiatement après leur apparition.

La vendange est une opération tout à fait spéciale, qui exige de grands détails que l'on trouve à l'article de la vigne.

Section II. — *Récolte des fruits.*

On attend la chute du fruit de quelques espèces végétales, que l'on ne peut recueillir sur l'arbre. Nous venons de dire que ce procédé est fondé pour les olives de quelques contrées, et nous en avons expliqué la raison. Dans les pays où l'olive est cueillie sur l'arbre, on ramasse à terre celles dont les vents ou la piqûre d'un insecte ont déterminé la chute. Cette opération précède chaque matin la cueillette des arbres.

Les châtaignes ne sont gaulées que dans les pays où on craint des neiges précoces. On attend, en général, qu'elles tombent elles-mêmes de l'arbre. On conçoit qu'un fruit aussi couvert de piquants serait peu agréable à cueillir; son hérisson s'ouvre le plus souvent en tombant, mais, dans le cas contraire, on le frappe d'une petite masse de bois qui délie la châtaigne de son enveloppe.

Section III. — *Récolte des racines.*

On arrache les racines de terre au moyen d'instruments à la main ou traînés par des animaux. Quand les plantes sont distantes les unes des autres et qu'elles plongent peu en terre, comme les betteraves, les pommes de terre, on les arrache avec la bêche ou la houe. On se sert de la bêche pour les bette-

raves qui sortent hors de terre, et n'ont besoin, pour être extraites, que d'un seul coup à une place déterminée; c'est avec la houe qu'on arrache les pommes de terre, parce qu'il faut enlever à la fois un cube de terrain dont l'étendue n'est pas déterminée, et dont on connaît seulement le centre approximatif indiqué par la position de la plante.

C'est également à la bêche ou à la houe qu'on arrache le plus souvent les racines de la garance, parce que, outre qu'il faut creuser profondément, il est nécessaire ensuite de démêler chaque partie de racine de la terre qui l'enveloppe. Le travail à la main est très propre pour recueillir un produit précieux et dont il ne faut rien négliger. Nous en traiterons en détail en parlant de la culture spéciale de cette plante.

Les carottes profondément enracinées ne supportent pas les frais d'un arrachage à la main; on les arrache donc à la charrue. On peut aussi se servir de cet instrument pour les betteraves dont la racine ne sort pas de terre, ainsi que pour extraire les tubercules de pommes de terre; pour celles-ci, on fait suivre le labour par un hersage qui ramasse celles qui auraient échappé à l'œil des ouvriers qui suivent le sillon. La charrue Bonnet est éminemment propre, par sa disposition, à soulever et pulvériser la terre qui contient les racines; on n'a pas besoin alors de lui donner beaucoup d'entrure. On arrache aussi les garances à la charrue quand les champs présentent assez d'étendue, et surtout de largeur, pour ne pas trop multiplier les retours.

Toutes les fois qu'on arrache des racines à la charrue, cet instrument est suivi d'ouvriers pour diviser la terre avec des fourches, et en extraire les tubercules et les racines. Le nombre des ouvriers doit être suffisant pour que ce travail soit fait pendant le temps que les chevaux mettent à tracer un sillon.

Avant d'être entassées, les récoltes racines doivent être

laissées sur le champ un temps plus ou moins long pour se ressuyer (quelques heures dans le midi ; un jour ou deux dans le nord, selon l'état de l'atmosphère). Si le temps menaçait de la pluie, le séchage préalable devrait avoir lieu sous des hangars.

Dans les climats où les gelées sont peu fortes et peu nombreuses en hiver, où les troupeaux peuvent parquer dans cette saison, on fait consommer sur place les navets qui poussent hors de terre (turneps). On aménage cette nourriture en faisant passer successivement le parc sur les différentes parties du terrain, de manière que les turneps ne soient pas seulement entamés, puis abandonnés, sans être entièrement consommés.

SECTION IV. — *Arrachage des tiges.*

On arrache à la main les tiges d'un certain nombre de plantes peu enracinées, ou qui croissent trop bas pour pouvoir être fauchées, ou que l'ébranlement de la faux pourrait égrener : celles du chanvre, du lin, du sarrasin, de la navette, de la cameline, etc.

Les pieds mâles du chanvre sont arrachés après la floraison, quand ils jaunissent et commencent à incliner leur tête. La maturité de la graine annonce le moment d'arracher les femelles. Les tiges sont mises en bottes plus ou moins grosses, selon les usages du pays. Quand le chanvre est fort et vigoureux, comme dans le Bolonais, on ne l'arrache pas, mais on le coupe à la faucille. Les racines alors sont grossières et ne donnent que de mauvaise filasse.

On récolte le lin avant que la graine soit complétement mûre, si on veut se procurer de belle filasse ; mais la graine est alors peu propre pour la semence, et elle est moins chargée d'huile.

La méthode d'arracher les tiges des plantes textiles nécessite ensuite la séparation de la racine, si on veut avoir de la filasse de belle qualité; sinon la partie inférieure de la filasse est grossière et déprécie toute la matière. Dans plusieurs pays du nord, on coupe ces plantes avec une serpette, ce qui est bien préférable et augmente la valeur de la filasse.

Les plantes oléagineuses de petite taille, qui sont arrachées à la main, doivent être récoltées avant la maturité complète et dès que quelques capsules paraissent disposées à s'ouvrir, pour prévenir l'égrènement des semences.

Quant au sarrasin, ses graines ayant aussi l'inconvénient de ne pas mûrir toutes à la fois, on l'arrache quand la plus grande partie d'entre elles a pris la couleur noire et sans attendre la maturité des autres, car les plus avancées se détacheraient spontanément de la plante. On en fait des tas, où la maturité s'achève, en attendant qu'on procède au battage.

SECTION V. — *Sciage ou fauchage des tiges.*

On scie les fourrages et les tiges des céréales, et autres plantes portant des graines, avec des faucilles de différentes formes et avec la faux. Ce dernier instrument doit être incontestablement préféré pour les fourrages, car outre sa célérité et son économie, il rase l'herbe beaucoup plus près, l'obliquité de son manche et celle de sa lame permettant à l'ouvrier de lui donner un mouvement horizontal qu'il ne pourrait imprimer à la faucille sans se mettre à genoux.

L'ouvrage à la faux s'expédie d'autant plus rapidement que les fourrages sont plus clairs et les herbes moins résistantes, car il faut que l'impulsion donnée à l'instrument suffise pour abattre d'un seul coup tout ce qui se trouve dans le mouvement circulaire qui lui est imprimé, et l'étendue de ce mouve-

ment dépend de la longueur du bras et de celle du manche qui est constante; le faucheur fait donc varier, selon la résistance qu'il doit éprouver, la largeur de l'andain qu'il doit couper; il avance moins quand les herbes sont nombreuses et résistantes, et davantage quand elles sont rares et faibles. Ainsi l'ouvrier abattra, dans le même temps, une surface de luzerne double d'une surface de blé. Entre ces deux extrêmes se placent tous les degrés de résistance. La journée d'un faucheur moyen, dans le midi, est de 5,400 mètres carrés d'un blé dont les tiges ne soient pas mêlées et versées; Thaër porte cette quantité à 6,300 mètres carrés en Allemagne; Pavis à 6,000 mètres en Bresse. Peut-être ont-ils fait leurs observations sur des ouvriers d'élite, comme on les choisit pour essayer une méthode nouvelle dans un pays. Nous avons aussi des faucheurs qui abattront 9,000 mètres carrés dans leur journée. Peut-être aussi les chaumes sont moins secs et moins durs en remontant vers le nord. Quoi qu'il en soit, le chiffre que nous avons donné est le résultat d'une longue expérience dans un pays où le fauchage des blés est depuis longtemps une pratique générale.

Cette opération est pénible, et n'est habituellement exercée que par les hommes les plus forts et les plus laborieux. Le fauchage d'un hectare de blé est estimé comme le travail de six journées d'un ouvrier ordinaire, et cependant il est effectué en moins de deux journées. Le fauchage d'un hectare de luzerne est payé comme trois journées d'ouvrier, et on l'effectue en une seule journée.

Le coup de faux ramène à la gauche du faucheur toutes les tiges qu'il a coupées, et qui se trouvent rangées en lignes, ou andains, de droite à gauche. Ce renversement s'opère de lui-même pour les herbes; mais, pour les céréales, il convient d'armer la faux d'un appareil de baguettes qui maintient la javelle dans sa chute, en plaçant tous les chaumes parallèle-

ment, les épis en dehors à gauche, de sorte qu'il est facile ensuite de les lier pour les réunir en gerbes.

On coupe aussi les céréales avec la sape, qui n'est autre chose qu'une petite faux appuyée sur le bras droit et maniée de la main droite, tandis qu'avec un crochet l'ouvrier rassemble et présente de la main gauche un faisceau de tiges au tranchant de l'instrument. Selon Antoine [1], on coupe 60 ares à la faux, 40 à la sape et 20 seulement à la faucille. Par cette dernière méthode, d'ailleurs, on laisse le chaume très haut, et il y a une grande perte de paille, à moins qu'on n'ait recours à un fauchage subséquent qui augmente beaucoup les frais de la moisson. Mais elle présente le grand avantage d'employer tous les bras indistinctement, les plus faibles comme les plus forts; de les employer en grand nombre; de pouvoir recruter à une époque fixe la population des montagnes pour faire la moisson de la plaine, pour laquelle les forces locales seraient insuffisantes. Quand ces émigrations ne ne sont pas possibles, on doit, sans hésiter, se servir de la faux qui expédie l'ouvrage, d'autant plus pressé que les champs à moissonner sont plus vastes et qu'on a attendu une maturité plus avancée pour commencer la moisson. Chaque faucheur exige l'aide de deux femmes employées à lier les gerbes de blé.

La perfection de l'opération du fauchage, pour les prairies, consiste à ce que les tiges soient coupées le plus bas possible, et que la faux ait été dirigée de telle sorte qu'elle ne laisse qu'un tapis ras sans inégalités. La première condition dépend de la volonté de l'ouvrier, de l'égalité de la surface du terrain, de l'absence de mottes et de pierres; la seconde tient à son habileté, car, en frappant son coup de faux, il élève nécessairement le bras, l'abaisse ensuite jusque vis-à-vis de son corps, et

(1) *Maison rustique du XIXe siècle*, t. Ier, p. 297.

le relève enfin après l'avoir dépassé. La faux décrit donc une courbe, et ce n'est que par son adresse à diriger son bras qu'il altère cette courbe au point qu'elle devienne insensible à l'œil. Avec un mauvais faucheur, chaque coup de faux coupe moins ras à son point d'arrivée et à son point de départ du sol; il laisse apercevoir l'allée qu'il parcourt bordée de chaque côté par une lisière de gazon plus élevée. Ainsi, un faucheur qui veut s'épargner causera d'abord une grande perte, car, sur un fourrage de 6 décimètres de haut, il peut faire perdre plus d'un dixième du foin en fauchant à $0^{m},6$ au-dessus du sol, l'herbe étant plus garnie du bas que du haut, et celui qui sera mal habile, qui rasera au milieu et relèvera sur les bords de l'andain, pourra aussi en occasionner une assez sensible. C'est donc une très mauvaise économie que d'employer de mauvais faucheurs.

On a contesté cette nécessité de faucher court relativement aux céréales. Des cultivateurs veulent, au contraire, qu'elles le soient très haut, et disent que les terres s'en trouvent bien. Il n'est pas douteux que celles qui sont peu et rarement fumées ne reçoivent par là un engrais précieux : il ne s'agit donc que de comparer sa valeur à celle de la paille qu'on aurait obtenue en plus, et comme elle a généralement un prix supérieur à celui qui résulte de son emploi comme engrais végétal, puisque, conservant les mêmes propriétés fertilisantes, elle rend, en outre, le service de faire litière aux animaux, la question ne nous paraît pas douteuse.

Il y a cependant des circonstances où la méthode de couper haut doit être approuvée : d'abord quand on abonde en litières, et qu'on donne ainsi aux terres un engrais qui ne coûte point de transport; en effet, un hectare de terre qui a produit 20 hectolitres de blé donne 3,000 kil. de paille coupée à $0^{m},04$ du sol; si on le coupe à $0^{m},20$, comme cela arrive le plus souvent par le sciage à la faucille, on perd 0,16 sur 100, ou 480 kil.

de paille. Si on veut faire faucher le chaume, cette opération coûtera au moins 25 kil. de blé, ou 5 kil. de blé par quintal métrique; sa valeur, de $11^{k},2$ de blé, se trouve donc réduite à $6^{k},2$, sans y comprendre le charroi : comme engrais, elle vaut $4^{k},05$ de blé au moins. Il y a donc peu d'intérêt à se donner ce travail de surrérogation, à moins que les chaumes se trouvant garnis de beaucoup d'herbes encore vertes et ayant toutes leurs propriétés nutritives, on ne puisse en obtenir un bon fourrage. Il faut ajouter, cependant, que les blés qui ont une longue tige et sont mêlés d'herbes qui entretiennent la fraîcheur de la paille, sont plus difficiles à fouler ou à battre que ceux qui sont coupés court.

Mais si les herbes adventives sont très multipliées, qu'elles soient déjà parvenues à maturité et qu'on craigne de voir leurs graines enterrées par la charrue et propres à perpétuer ce défaut de netteté du champ, alors ce qu'il y a de mieux à faire c'est de profiter de la hauteur des chaumes pour les incendier et consumer en même temps ces germes nuisibles. Après leur combustion, la surface de la terre, assouplie malgré la sécheresse, se laisse pénétrer facilement par les instruments. Si on lui donne alors un coup d'extirpateur, les semences échappées au feu ne tarderont pas à germer aux premières pluies, et il sera facile de les détruire par une nouvelle culture.

Section VI. — *Époque de la coupe des fourrages.*

On est loin aussi d'être d'accord sur l'époque où il faut couper les foins naturels et artificiels. Les uns attendent que les herbes aient défleuri et que les graines commencent à être formées; d'autres coupent quand la floraison est établie sur le plus grand nombre de plantes.

Dans les prairies naturelles composées d'une grande quantité de plantes différentes qui ne fleurissent pas en même

temps, les grandes graminées sont celles dont la floraison est le plus retardée, et on attend généralement qu'elles soient en pleine fleur pour faucher ; mais la floraison de ces plantes étant aussi successive, il en résulte que la plupart s'égrènent sous la faux ; que les légumineuses, ayant passé fleur, perdent une grande partie de leurs feuilles ; que la tige des ombellifères est durcie, et ne peut plus être mangée.

En Lombardie on choisit, pour faire la première coupe des prairies, le moment de la floraison de la phalaride roseau (*phalaris arundinacea*) ou du pâturin commun (*poa trivialis*); les trèfles sont encore en fleurs à cette époque. Cette précocité permet de faire quatre coupes de foin dans les prés arrosés, tandis que dans ceux du midi de la France, où on fauche plus tard, on ne peut en obtenir que trois. La trop grande maturité entraîne une perte dans la quantité et dans la qualité du foin. En automne, la décroissance de la température ne permet pas toujours d'attendre que le pré soit fleuri, et on le coupe dès que le gazon est bien garni.

Il est hors de doute que les fourrages légumineux, surtout distribués en vert, profitent plus au bétail qu'un poids pareil de fourrages desséchés. A notre prière, M. Payen avait analysé le trèfle vert et le trèfle desséché dans son laboratoire; il leur avait trouvé exactement la même dose d'azote; M. Boussingault[1], comparant ensuite le trèfle fané et bottelé dans le champ et celui qu'il avait desséché dans son laboratoire, avait trouvé ce dernier plus riche en azote. Il l'attribuait avec raison à ce que, dans le fanage et le transport, les plantes perdent une grande quantité de folioles et de fleurs qui sont les parties les plus riches et le mieux pourvues de substances nutritives. Ses nouvelles expériences tendent à prouver, en effet, que le trèfle vert et le trèfle sec possèdent les mêmes facultés nutritives quand on ne laisse perdre aucune partie dans l'opé-

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 402.

ration des fanages[1]. M. Perrault de Jotemps[2], ayant fait faner sur des draps de la luzerne et du trèfle, constata que le trèfle à mi-fleur donnait 35,27 de foin pour 100 de fourrage vert, mais que la chute des folioles et des têtes de fleurs faisait perdre un quart de cette quantité : il restait donc seulement 22k,32 de foin sec pour 100 kil. d'herbe. Il trouva également que, dans la nourriture des animaux, il fallait 1k,50 de ce foin sec pour représenter l'effet de 4 kil. d'herbe; mais cette quantité de 1k,50 représente, après dessiccation, 6k,7 de trèfle vert; il y avait donc un avantage de près de 60 pour 100 à employer le trèfle vert plutôt que le sec.

Il pourrait se faire, d'ailleurs, qu'en supposant même une dessiccation soignée et aussi parfaite que possible, les animaux digérassent mieux les nourritures imprégnées de sucs que les nourritures sèches. On sait qu'ils profitent beaucoup des aliments secs donnés sous forme de soupes; que les essais tentés pour leur administrer le foin cuit, ou seulement humecté, ont eu du succès, et que l'embarras que causent ces préparations a seul empêché de les continuer. Il est donc probable qu'ils assimilent mieux les fourrages qui possèdent encore leur eau de végétation, et qu'au contraire ceux qui sont trop desséchés et trop solides ne le sont pas aussi complétement. Il est bien entendu que, dans cet emploi des herbes fraîches, on prendra contre la météorisation des animaux toutes les précautions prescrites par la zootechnie, et, en premier lieu, celle de ne servir les fourrages légumineux verts qu'après qu'ils sont flétris par un demi-fanage.

Mais la consommation en vert nous conduit nécessairement à faucher les plantes en différents états, car elle est successive, et si on la commence quand la plante est en fleurs, on atteint bientôt l'époque où, sa fructification achevée, elle perd

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 27 avril 1846.
(2) *Journal d'agriculture pratique*, t. III, p. 106 et suiv.

spontanément la plus grande partie de ses feuilles. Schwerz [1] veut qu'on commence à faucher le trèfle aussitôt que la faux peut le saisir, « parce qu'à cet état de croissance il produit plus de lait, et que c'est le moyen de régler les coupes pour qu'elles se succèdent sans interruption. » Les vaches rebutent le trèfle dont les tiges sont devenues dures, gâtent alors la majeure partie de ce qu'on leur donne et rendent sensiblement moins de lait, et il cite à l'appui de son opinion celle de Schweitzer qui dit : « que plus tôt on commence à faucher le trèfle et plus tôt il recroît, et que c'est de cette manière seulement qu'il est possible d'avoir toujours de jeune trèfle, le fourrage de tous le plus agréable aux bestiaux. » Lorsqu'il est devenu trop grand, ce qu'on peut faire de mieux est de le convertir de suite en foin. « C'est agir d'une manière tout à fait irrationnelle, ajoute-t-il, que d'attendre, pour couper le trèfle, qu'il commence à former ses boutons de fleurs; et, dans ce cas, on n'aura pas longtemps à se réjouir de la quantité de lait et des autres avantages que procure l'emploi du trèfle vert, et qu'on n'obtient que du jeune trèfle. Nous commençons souvent, dit-il, à le faucher avant qu'il ait atteint $0^m,13$ de hauteur. »

M. Boussingault a prouvé que les plantes ne cessent d'accumuler les substances nutritives depuis leur naissance jusqu'à leur maturité, et que c'est une erreur de croire qu'après leur floraison elles vivent des sucs qu'elles ont déjà soutirés de la terre et de l'atmosphère. Ayant pris 450 plantes de blé dans une place où la végétation paraissait bien uniforme, à trois époques différentes, le 19 mai, le 19 juin, époque de la floraison, et le 15 août, époque de la moisson, voici les résultats remarquables qu'il a obtenus, rapportés à l'étendue d'un hectare qui aurait produit 21h,88 de froment pesant 1,685 kil.; paille et balle, 2,681; chaumes et racines, 300. Total : 14,666 kil.

(1) *Culture des plantes fourragères*, traduction française, p. 85.

Époques.	Poids des plantes desséchées par hectare.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Matières minérales.
19 mai.	689	257,0	40,0	354,1	12,4	25,5
9 juin.	2631	1007,7	163,1	1370,7	23,3	65,8
Accroissement du 19 mai au 5 juin.	1992	750,7	123,1	1016,6	11,3	40,3
15 août.	4666	1735,8	317,3	2324,3	42,0	186,6
Accroissement du 9 juin au 15 août.	2035	728,1	154,2	953,6	18,7	120,8

Si on supposait que l'assimilation eût marché du même pas du 1er mars au 15 août, pendant toute la durée de la végétation dans les céréales, on trouverait pour chaque jour l'accroissement suivant des principes constituants de la plante :

	Nombre de jours.	Matières végétales sèches.	Carbone.	Azote.	Matières minérales.
Du 1er mars au 19 mai.	79	6,82	2,75	0,12	0,28
Du 19 mai au 9 juin.	21	92,95	35,75	0,54	1,92
Du 9 juin au 15 août.	56	36,34	13,00	0,33	2,16
Assimilation moyenne par jour.		28,09	10,88	0,25	1,18

Ainsi, dans son jeune âge, et jusqu'à l'émission des tuyaux, l'accroissement est faible; il est à son maximum de ce point à celui de sa floraison : la plante accumule surtout du carbone et de l'azote; il se ralentit de la floraison à la maturité, sous le rapport de l'assimilation du carbone et de l'azote, mais la plante accumule alors plus de substances minérales. Si ces données se vérifient encore pour les plantes légumineuses, dans les nouvelles expériences que M. Boussingault annonce, on sera convaincu que c'est le moment de la floraison qui doit être choisi pour faucher les fourrages s'ils doivent donner de nouvelles coupes, ou si on trouve un emploi de la terre après leur enlèvement. Si, au contraire, la prairie ne devait pas repousser immédiatement, ou que le terrain fût sans emploi après l'enlèvement du foin, ou enfin qu'il ne convînt pas de profiter de la saison pour la labourer, on trouverait de l'avan-

tage à faucher dans une maturité un peu plus avancée, sans toutefois attendre le moment où l'accumulation des matières minérales rend le fourrage plus difficile à digérer.

SECTION VII. — *Fanage des foins.*

Les herbes fauchées se dessèchent d'autant plus rapidement que l'air est plus sec et plus chaud. En été, avec une température de 25° moyenne, à l'ombre, et de 44° à la surface de la terre, au soleil, à midi, le foin se sèche en un jour; au printemps, avec 16° de température moyenne à l'ombre et 35° de température solaire à midi, on le sèche en trois jours; en automne, avec 16° de température moyenne à l'ombre et 35° de température solaire, nous le séchions dans le même temps, s'il faisait sec, ou si nous le privions du contact avec le sol, tandis qu'il nous fallait quelquefois six jours si le temps était humide et si le foin était posé à terre. C'est aussi que, dans le midi de la France, l'automne est beaucoup plus humide que le printemps. L'évaporation du mois de mai, à Orange, est à celle du mois d'octobre :: 227 : 181.

Quand les plantes fauchées ont été échauffées par un commencement de fermentation et qu'on les expose à l'air, le fanage est bien plus rapide. Aussi, après les avoir fauchées, laisse-t-on ordinairement les herbes en andains jusqu'au lendemain de grand matin. Alors, tandis qu'elles conservent encore de la flexibilité par l'effet de la rosée de la nuit, on les éparpille sur toute la surface du pré. Le jour venu, on les rassemble en petits tas pour passer la nuit. La chaleur qui s'y développe est sensible à la main, et elles sèchent en quelques heures en étant étendues de nouveau, le lendemain matin, pourvu qu'il fasse soleil.

Dans l'été et les pays chauds, on retourne les andains le jour même de la fauchaison et dès que le dessus paraît sec. Ce qui

a été fauché le soir n'est retourné que le lendemain. On se dispense de former des tas le soir, à moins que le temps ne menace de pluie; dans ce cas on se hâte de le faire même au milieu du jour.

S'il pleut sur les andains non encore retournés, il faut se garder de les retourner jusqu'à ce que les pluies soient terminées; car alors le foin blanchirait.

Quand on fane le regain, qui est plus chargé d'eau que les autres coupes et qui se fauche dans une saison moins chaude et plus humide, pour abréger la durée de l'opération, on entasse le foin chaque soir et on l'étend chaque matin. En Allemagne on le convertit souvent en foin brun, et pour cela on fait des monceaux assez volumineux que l'on n'ouvre que quand la fermentation est bien établie et que la main ne peut plus supporter la chaleur de leur intérieur. Alors on ouvre le tas, qui se sèche rapidement, mais qui garde une couleur brune, sans que ses propriétés nutritives en soient altérées.

Les feuilles et les têtes des légumineuses étant très fragiles, on doit user de précautions en les fanant. Il faut retourner les andains tout d'une pièce et sans les éparpiller, car en le faisant, on briserait les tiges et l'on ferait tomber toutes les parties caduques. Ce foin se sèche aussi complétement dans les pays chauds, mais il ne l'est qu'imparfaitement quand le climat est humide. Alors, après une demi-dessiccation, on en fait de petits tas de $0^{m},50$ de hauteur, et on les laisse sécher, sans y toucher, s'il fait beau; s'il vient à pleuvoir, il faut, dans les intervalles de beau temps, entr'ouvrir les tas pour leur donner de l'air.

Dans les pays montagneux et humides, le trèfle se sèche très difficilement; aussi l'expose-t-on sur des piquets munis de crochets, sur lesquels on met le trèfle vert pour que l'air le pénètre de toutes parts.

Quand on veut charger le foin fané, on rassemble le foin avec

des fourches et des râteaux ; on se sert aussi du râteau à cheval et d'un châssis traîné par un cheval et qui porte le nom de *rafleur* (*fig.* 159). En chargeant sur les charrettes les fourrages

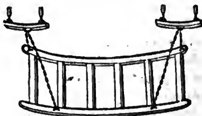


fig. 159.

provenant des plantes légumineuses, on a soin de ne pas les éparpiller, mais de les prendre au bout de la fourche dans l'état de feutrage où ils se présentent.

Section VIII. — *Mise en grenier ou en meules.*

Le bottelage du foin est une des meilleures pratiques qu'on puisse adopter sous le rapport de l'économie, Par son moyen on se rend exactement compte du produit de la récolte que l'on est sujet à exagérer quand on l'enferme en masse sans la peser, ce qui fait aussi qu'on distribue le foin sans mesure aux animaux : ils sont trop ou trop peu nourris, et on est exposé à des mécomptes très fâcheux.

Les bottes sont généralement composées de 5 kilogr. de foin qui a atteint sa dessiccation la plus avancée. On les lie avec des liens de paille, d'écorce d'osier, ou de foin tordu en corde, que l'on fabrique au moyen du tourniquet des cordiers. Si l'on a le nombre d'ouvriers nécessaires, on fait botteler sur le pré, ce qui, surtout pour les fourrages artificiels, prévient la déperdition des feuilles qui a lieu quand on charge le foin en rame sur les chariots. Il est difficile alors de fixer le poids

définitif des bottes. M. Perrault de Jotemps a trouvé que le foin perdait encore dans le grenier 16 p. 100 du poids qu'il avait après sa dessiccation sur le pré. Après les coupes d'été, nous trouvons souvent, dans le midi, que le foin a été si complétement desséché, qu'il reprend du poids dans le fenil. Mais on peut arriver à une grande précision en admettant que le foin réputé sec dans le grenier à foin peut perdre encore 0,21 d'eau par la dessiccation complète. Ainsi il sera toujours facile, en soumettant un échantillon à botteler à la chaleur de 120_0, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de son poids, de juger de la quantité réelle d'eau qu'il renferme, et de le réduire à ce qu'il doit être avec 0,21 d'eau. Soit un foin qui perde 0,33 par cette dessiccation artificielle, nous avons 121 : 133 :: 5 : 5,5. Les bottes doivent être faites du poids de 5^k,5, pour revenir à celui de 5^k, quand la dessiccation naturelle sera complète. Elles renfermeront alors 4^k,54 de foin complétement sec.

Quand on charge le foin en rame sur la charrette, il faut que le chargement soit fait de sorte qu'il ne frotte pas sur les roues, ce qui augmente beaucoup le tirage. Nous avons vu employer une sorte d'étui de planches qui enchassait la partie supérieure des roues et les préservait du contact du foin.

Le fourrage est déposé dans des fenils ou mis en meule pour attendre le moment de la consommation. Il pèse alors de 63 à 70 kilogr. le mètre cube. En Italie on parvient même à le serrer de façon qu'il pèse jusqu'à 100 kilogr. le mètre cube. On voit donc quel énorme emplacement il faut avoir pour enfermer une récolte un peu considérable. C'est ce qui explique le grand développement des hangars à foin qui entourent les cours des cassines d'Italie, dans les contrées à prairies.

On y supplée en mettant le foin en meule. Il s'y conserve mieux que dans les greniers, et cette pratique dispense des frais de construction et d'entretien de nombreux bâtiments. Si l'on recouvre la meule de balles de blé, elle est imper-

méable à la pluie. On se sert aussi pour les couvrir d'un toit léger supporté d'un mât central. On les assure contre l'incendie. Les meules doivent être disposées sur une ligne perpendiculaire à la direction du vent le plus fréquent, et placées à distance les unes des autres, pour qu'en cas d'incendie le feu ne se communique pas. Leur volume doit être assez petit, pour qu'une fois entamées on puisse les consommer rapidement.

Au moyen de bonnes presses hydrauliques, on parvient à comprimer le foin de manière à lui faire peser seulement 450 kilogr. par mètre cube, densité égale à celle du bois. Dans cet état, le foin est peu encombrant, et peut être transporté au loin avec une grande réduction dans les frais de transport[1].

Section IX. — *Opérations qui suivent le sciage des plantes à graines.*

Le blé étant scié, ou fauché, est laissé en javelles et mis immédiatement en gerbes. Les javelles sont les brassées de tiges laissées sur le champ telles qu'elles y ont été déposées par les moissonneurs ou couchées par la faux. Elles restent cinq à six jours, plus ou moins, dans cette situation.

Le but avoué du javelage est de maintenir les tiges du blé, par leur contact avec le sol et l'absorption de la rosée, dans un état moyen d'humidité tel que la sève continue à circuler dans la plante et que le grain achève de grossir et de mûrir. Il a encore l'avantage de hâter les travaux de la moisson, et de les rendre successifs, au lieu de simultanés qu'ils seraient, si on liait en même temps. Ainsi, dans un domaine où la maturité des céréales nécessite une grande accélération dans le

(1) Mémoire de A. Morin, *Comptes rendus de l'Académie*, t. XXII, page 441.

sciage, on doit accueillir tout ce qui fait marcher à ce but, et l'on préfère revenir ensuite sur ses pas pour compléter l'opération, quand tous les blés sont abattus.

Il ne faut pas se dissimuler pourtant que cette marche est loin de remplir toujours son objet. Si l'humidité est trop forte et trop constante, le grain germe quelquefois dans l'épi ou contracte de la moisissure, et il est difficile de trouver une succession de beau temps qui lui donne le degré de sécheresse suffisante pour être lié et engrangé. On se rappellera toujours les déplorables effets du javelage en 1816, et les vives craintes qu'a inspirées celui de 1845. Aussi dans les pays dont le climat est pluvieux met-on immédiatement le blé en petites meules ou *moyettes*, pratique usitée surtout dans nos départements du nord-ouest. On commence à placer debout une première brassée de tiges; puis on dispose autour d'autres brassées en les inclinant de manière à former une espèce de cône (*fig.* 160). On consolide l'édifice par un lien; on le couvre par une gerbe fortement liée, placée les épis en bas, et formant chapeau (*fig.* 161). Cette méthode ne saurait être trop recom-

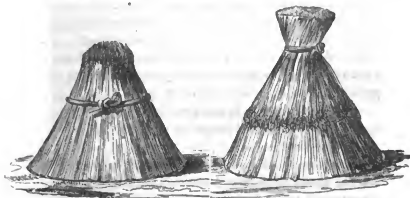


fig. 160. *fig.* 161.

mandée dans le pays où le javelage paraît nécessaire, dans les années qui sont pluvieuses ou inconstantes.

Au midi de la région des céréales, le javelage lui-même disparaît, et on lie immédiatement les gerbes à la suite des moissonneurs. En effet, la sécheresse de la terre ne saurait laisser aucun prétexte au javelage. On y donne d'ailleurs un volume beaucoup moindre aux gerbes. Au nord, les gerbes ont jusqu'à 2 mètres de circonférence, mais en général $1^m,5$. Ces gerbes pèsent $8_k,5$, la paille ayant $1^m,30$ à $1^m,50$ de longueur; elles rendent en moyenne $2^k,25$ de grains. Dans le midi, les gerbes n'ont qu'un poids de $3_k,21$, la paille n'ayant que 1 mètre de hauteur; elles rendent $0^k,87$ de grains. On lie les gerbes avec des liens faits avec des tiges de blé. Aussitôt la moisson finie, on les met en meule ou gerberons de 36 gerbes; celles-ci couchées horizontalement, excepté celles de la partie supérieure, arrangées en cône. C'est dans cet état que les grains achèvent de se mûrir dans les épis placés en dedans de la meule.

Dans le nord, le liage des gerbes suit le javelage. On lie les gerbes avec des liens faits de tiges de seigle (gluys), et préparées d'avance. Cet usage oblige quelquefois à moissonner le seigle de très bonne heure pour se procurer des liens. Les fermiers intelligents en conservent de l'année précédente.

On engrange les gerbes de blé, dans le nord, pour les battre à couvert, ou on les place en grandes meules à portée de la grange. Dans le midi, où le battage se fait en plein air, on construit auprès de l'aire de vastes meules de forme allongée (gerbières), en attendant l'époque du dépiquage, qui se fait aussitôt que possible.

Les plantes oléagineuses crucifères sont immédiatement mises en meules de $1^m,50$ à 2 mètres de hauteur; elles conservent encore de la sève, et la maturité de la graine s'y achève. Quand on veut procéder au battage, on enlève la meule entière au moyen de bâtons que l'on passe au-dessous, et on la pose sur un drap qu'on lie pour la transporter sur l'aire ou dans

la grange. Sans cette précaution, on perdrait beaucoup de graines.

On coupe les têtes de pavot pour les égrener à la ferme, ou bien on les égrène sur un drap, que l'on transporte sur les lieux, auprès des tas de plantes.

Nous avons assez parlé, dans la mécanique, des différentes méthodes employées pour séparer la graine des épis, pour qu'il soit inutile d'y revenir ici.

Section X. — *Observations générales sur les récoltes.*

La récolte est la fin et le couronnement des travaux de l'agriculture. Il semble que toute sollicitude doive être désormais bannie. Le fruit est mûr, il ne nous reste qu'à le cueillir; et cependant tout le travail de l'année peut être compromis par notre nonchalance. C'est en approchant des côtes que les naufrages sont les plus fréquents. On pourrait compter les pertes éprouvées par les cultivateurs au moment où la récolte est prête, où les travaux sont accomplis, toute dépense effectuée, comme étant les plus nombreuses et les plus funestes; pertes, pour avoir laissé échapper le moment favorable, pour avoir devancé ou dépassé la maturité; pertes, pour les fausses manœuvres, qui détériorent les produits; pertes, pour les mauvais arrangements, qui surchargent l'opération de frais; pertes enfin, pour les intempéries qui surviennent à cette époque de l'année, où les orages sont si fréquents et si imprévus. Le cultivateur expérimenté, qui connaît ces écueils de l'agriculture, n'est jamais plus inquiet et plus affairé que dans ce moment suprême, et c'est par l'opportunité, l'à-propos de ses combinaisons et la rapidité de ses mouvements, qu'on peut principalement le juger. Le débutant aura peut-être conduit aussi bien que lui tous ses travaux de culture; c'est aussi que les forces dont il dispose habituellement auront pu y suf-

fire; c'est qu'il a eu un temps, pour ainsi dire, indéfini pour le faire, et que la plupart d'entre eux peuvent, sans grand inconvénient, être remis d'une semaine à l'autre. Mais arrivé à l'époque de la maturité des plantes, l'homme consommé dans son art sait seul saisir le moment propice, mesurer l'étendue de son travail, calculer les chances probables d'interruption, proportionner le degré de maturité qu'il doit saisir pour commencer sa récolte à sa durée probable ; s'assurer le nombre d'ouvriers et d'attelages qui lui sont nécessaires. Aussi, chez lui, tout se termine rapidement et à peu de frais, tandis que, chez son voisin, le temps se perd dans des hésitations, dans l'emploi de moyens intempestifs. Le moment propice mal choisi fait dépasser la maturité pour les derniers jours de la récolte, et produit des pertes considérables ; on est arrêté par le défaut d'ouvriers nécessaires, et on ne s'en procure de nouveaux qu'à grands frais, etc., etc.

Il y a donc quelques principes généraux qu'il ne faut jamais perdre de vue relativement aux récoltes :

1° S'assurer le plus grand nombre d'ouvriers possible. Il n'y aurait plus de chances fâcheuses à courir si on pouvait faire la récolte en un jour, parce qu'il serait facile alors de choisir l'époque de la maturité, de juger de l'état du temps. Chaque jour de plus ajoute une chance nouvelle.

Il ne faut pas croire, cependant, que cette maxime soit toujours facile à suivre. Les ouvriers qu'on engage demandent à connaître d'avance, soit la durée de leur engagement, soit l'étendue de terrain qu'ils auront à moissonner, et ils répugnent à des engagements trop courts qui les obligeraient à chercher ailleurs du travail au moment où chacun se serait pourvu. On est donc quelquefois contraint, par la nécessité des usages du pays, à donner à sa récolte une durée plus longue que celle qu'on désirerait. Nous recommanderons toujours qu'elle soit la plus courte possible, dût-on pour cela augmenter le salaire

de ceux qui consentiraient à des conditions qui nous permettraient d'accélérer la récolte.

2° Les ouvriers devant faire chacun une partie distincte de l'ouvrage (faucheurs, lieuses, etc.), il faut proportionner leur nombre respectif de manière que tous travaillent sans relâche. Ici le jugement du chef de culture entre pour beaucoup, car nos formules ne sont que des indications moyennes susceptibles de modifications infinies. Ainsi, supposons un blé versé et dont les tiges seraient entremêlées : il faudra un plus grand nombre de moissonneurs que pour un blé droit et levé. Si le liage se fait en même temps que le sciage, il faudra moins de lieuses proportionnellement au nombre des moissonneurs, dont l'ouvrage sera plus lent. Dans une vigne bien chargée de raisin, il faudra un plus grand nombre de porteurs et de voitures relativement au nombre des vendangeuses ; dans celle qui est plus éloignée des cuves et des pressoirs, le nombre des voitures devra être plus grand. Dans une prairie, il faudra retourner plus souvent les *cloches* (les tas) de foin, si le temps est pluvieux et humide, etc.

3° Le nombre d'ouvriers étant déterminé, ainsi que la durée probable de la moisson, on pourra juger en quel état de maturité il faut la commencer. Supposons que dans le midi, par exemple, la moisson doive durer huit jours : on moissonnera d'abord les pièces de blé les plus mûres, les attaquant cependant un peu avant la maturité complète, car huit jours de chaleur disposent les graines à se détacher de l'épi et à tomber sous les coups de faux.

Si la vendange doit durer douze jours, avec probabilité qu'elle se prolonge au delà de ce terme, à cause de l'inconstance de la saison, on sentira la nécessité de devancer la maturité la plus complète pour les premières vignes, à moins que la diversité des expositions et des cépages ne mettent aussi une différence entre l'époque de la maturité des différents clos.

Alors on se laisse guider par leur précocité respective. Ces différences dans les époques de maturité sont quelquefois si grandes qu'on ne saurait trop s'élever contre la coutume de publier des bans de vendange, qui astreignent les propriétaires à commencer leurs récoltes le même jour. Cet usage peut être justifié dans les pays où les cultures de vigne sont peu étendues; alors chacun s'empressant à vendanger pour ne pas rester seul exposé aux ravages des oiseaux, des animaux sauvages, des chiens et des maraudeurs, la maturité est devancée, et on n'a que de mauvais produits; mais là où la vigne est une culture générale, de pareils inconvénients ne sont pas à craindre, et c'est gêner inutilement l'industrie que de persister dans une telle mesure. C'est prohiber la plantation des espèces précoces; c'est entraver la fabrication des vins légers; c'est vouloir que les parties de territoire le mieux exposées dépassent le point de maturité, et que celles qui le sont mal le devancent. Au reste, la loi nous donne un moyen d'éviter ces inconvénients; les bans de vendanges ne frappent pas les terres encloses : aussi avons-nous toujours soin de planter une haie d'enceinte en même temps qu'une vigne, pour conserver la liberté de commencer les vendanges à notre gré.

4° Les produits récoltés doivent être mis le plus rapidement possible dans un état où ils ne puissent pas craindre les intempéries, et où ils soient sous la clef, ou au moins sous la surveillance directe du propriétaire.

C'est dire assez qu'il ne faut laisser aucun intervalle entre les opérations, et que les gerbes doivent être engrangées ou mises en meules dans le nord, et dépiquées dans le midi, aussitôt que cela est possible.

DEUXIÈME PARTIE.

PHYSIOLOGIE AGRICOLE (CULTURES SPÉCIALES).

Nous venons d'indiquer les principes généraux qui s'appliquent à toutes les cultures; mais chaque plante a ses dispositions particulières, réclame un climat qui lui soit approprié, des engrais qui soient convenables à sa nature, un dégré d'ameublissement plus ou moins grand, des soins spéciaux pendant sa végétation et sa maturition; elles ont des aversions et des sympathies entre elles qui tiennent à leurs exigences relatives; toutes ces dispositions constitutionnelles des plantes nous conduisent à des modifications dans les procédés que nous devons maintenant rechercher, et de plus nous aurons souvent à combattre ces mêmes dispositions naturelles. En effet, ce n'est pas toujours la vigueur des plantes, telle que la nature et l'art pourraient l'obtenir, que nous recherchons. De même que Backewel a cherché à développer chez les animaux certaines parties aux dépens des autres, la graisse, la chair aux dépens des parties osseuses; de même qu'il a produit des animaux monstrueux et qu'on pourrait appeler maladifs relativement à leur état de nature; de même que nous provoquons un développement anormal du foie chez les oies et les canards, de même aussi la culture a transformé les plantes et en a fait de nouveaux êtres. M. Vilmorin est parvenu à faire, du filament ligneux de la carotte sauvage, une belle racine fusiforme et charnue. Nos horticulteurs produisent tous les jours des miracles dans la culture des fruits et des légumes. L'agriculture

n'avait pas d'intérêt à porter aussi loin ses metamorphoses, et cependant quelle différence entre les petits tubercules de la pomme de terre sauvage et ceux qui couvrent nos marchés; le sainfoin égaré dans le gazon des Alpes et le sainfoin à deux coupes! C'est aussi le fruit de la vigne et des arbres fruitiers que nous cherchons à multiplier aux dépens des feuilles et du bois; c'est la feuille du mûrier dont nous recherchons l'abondance aux dépens du bois et des fruits, etc. La culture en grand agit donc aussi sur les végétaux pour les modifier, et nous devons ici rechercher le moyen de les amener à cet état. C'est ce qui distingue la botanique agricole de la botanique générale.

D'abord assez bornée dans le nombre des plantes cultivées en grand, l'agriculture tend chaque jour à étendre son domaine aux dépens de l'horticulture qui lui prépare la voie. L'accroissement de la population et de la richesse rend chaque jour plus générales des consommations qui se renfermaient autrefois dans un cercle étroit de gens fortunés. Il a bien fallu proportionner les moyens de production à leur nouvelle extension. C'est ainsi que plusieurs végétaux qui, le siècle passé, étaient renfermés dans l'enceinte des jardins, passent dans la culture des fermes; l'artichaut, le melon, par exemple, relégués jadis dans les potagers, en ont franchi l'enceinte. Des arbres fruitiers, le pêcher, par exemple, sont entrés dans des assolements réguliers. Où s'arrêtera ce mouvement? il est difficile de le prévoir; mais nous ne devons pas le devancer dans cet ouvrage : nous y admettons toutes les plantes dont la culture des champs s'est emparée. Quoique l'horticulture ne soit, en réalité, qu'une branche de l'agriculture; quoiqu'elle reconnaisse les mêmes principes et que, pour faire entrer dans notre cadre les plantes dont elle s'occupe, il nous eût suffi de leur consacrer des articles spéciaux, nous avons pensé cependant qu'elle s'en séparait par certains traits dont il fallait tenir grand compte.

L'horticulture est et peut être plus expérimentale que l'agriculture, parce que ses tentatives heureuses sont mieux payées, parce qu'opérant plus en petit, elle compromet moins de capitaux ; enfin ses produits sont estimés en raison de qualités souvent plus apparentes que réelles, dépendant de la fantaisie plus que d'une véritable appréciation. Dans l'agriculture, au contraire, la valeur des produits s'approche de leur valeur intrinsèque, parce que la concurrence des producteurs est immense, et que l'offre égale presque toujours la demande. Pour les articles courants, les horticulteurs ont aussi un monopole réel, né de la situation de leurs terrains près des villes, de la difficulté d'importer de loin les fruits et les légumes délicats, de la nécessité de consommer la plupart de ces produits frais et sans être gardés, tandis que les produits agricoles destinés à une consommation moins circonscrite doivent pouvoir se transporter au loin et attendre quelquefois longtemps le moment de la vente. Ainsi, circonscription du champ où peut s'exercer l'horticulteur, monopole plus ou moins étroit en faveur de ses produits ; leur prix presque toujours supérieur à leur valeur intrinsèque ; consommateurs choisis et en nombre limité, tels sont les caractères qui la distinguent de l'agriculture, comme se distingue le travail du sculpteur de celui du maçon : l'horticulteur est l'artiste, l'agriculteur l'ouvrier; mais la science les domine tous deux et leur dicte ses lois.

C'est par une autre raison que nous n'avons pas compris la sylviculture dans le plan de notre ouvrage. Liebig distingue l'économie agricole de l'économie forestière[1], en ce que la première vise surtout à produire des substances *sanguifiables*, sous une forme qui se prête à l'assimilation, tandis que la production du carbone forme l'objet principal de l'économie forestière; c'est-à-dire qu'il renferme la première dans la pro-

(1) *Chimie appliquée à l'agriculture*, 2e édition, p. 75.

duction des aliments, ce qui n'est pas complétement exact, si l'on considère que plusieurs de ses produits, les plantes textiles, par exemple, ne consistent qu'en fibres ligneuses qui ne contiennent pas les éléments de la sanguification. D'autres caractères nous semblent encore les séparer. Comme l'agriculture, la culture des forêts est sans doute assujettie à tous les principes que nous avons établis; mais chez cette dernière, la partie culturale disparaît presque entièrement, et c'est à celle qui concerne la récolte qu'elle s'attache par-dessus tout. Elle veut produire de la matière ligneuse, et le prix auquel elle se vend ne permet pas, dans l'état actuel du marché, qu'on applique toujours à la multiplication et à la croissance des arbres des procédés qui les développeraient plus rapidement, mais qui seraient hors de proportion avec les avantages pécuniaires qu'ils pourraient donner. Le temps viendra peut-être où les forêts devenues plus rares, les houillères moins productives, les bois seront plus recherchés, et leur prix s'élèvera assez pour que l'agriculture puisse s'occuper aussi de leur production; elle y prélude déjà par les semis de conifères, par les plantations de peupliers et d'autres espèces hâtives; mais ils sont relégués les uns et les autres sur des terrains qui ne pourraient pas supporter d'autres cultures. Nous avons l'expérience d'une plantation de platanes faite sur un terrain riche et qui, à 20 ans, avait une valeur plus grande que celle du sol. On obtiendra donc, quand on voudra, du bois par la culture; les bois cultivés feront un jour concurrence avec les bois semés par la nature, comme le bœuf et le mouton nourris à l'étable font concurrence au bœuf et au mouton nourris des herbes des pâturages. En attendant, la science forestière roule maintenant sur les éclaircies et les coupes. M. Chevandier a cependant compris qu'il y avait un peu plus à faire, et il a conseillé l'irrigation et le dessèchement des forêts; mais cet exemple est encore isolé, et la sylviculture, se bornant à exploiter des pro-

duits spontanés qui ne coûtent presque aucun travail, peut être assimilée à l'industrie houillère qui récolte comme elle le combustible tout produit; à l'industrie pastorale qui recueille les herbes des terrains vagues, tandis que ni les uns ni les autres ne les ont fait naître.

Ainsi les plantes dont nous nous occuperons sont celles que l'on cultive en grand et assez généralement pour que leur prix, dans les pays où toutes les terres sont occupées, représente les avances du capital que leur culture exige, plus la valeur du travail. En effet, nous avons prouvé ailleurs[1] que le produit de la terre la plus inférieure cultivée dans nos pays est égal à la valeur de la subsistance de l'ouvrier qui la cultive, et que la rente des terres supérieures consiste dans ce qu'elles peuvent produire au delà de la subsistance de l'ouvrier ou dans ce qu'ajoute la force productive de la terre à la valeur de ce travail. Ainsi dans les pays où les terres ont toutes leur propriétaire, celles de qualité la plus inférieure ne produisent que la valeur du travail de l'ouvrier : les fruits qui en proviennent doivent représenter ce travail, plus les engrais qui peuvent augmenter sa fécondité; s'ils avaient un prix plus élevé, il y aurait une rente à payer, qui ne serait autre chose que la représentation de la valeur de l'engrais naturel du sol, dispensant l'ouvrier d'en employer d'artificiels. L'impôt fait évidemment partie de la rente, seulement cette partie est payée à l'État au lieu de l'être au propriétaire; sous ce rapport on peut dire que toute terre paie une rente, et qu'ainsi la terre la plus inférieure qu'il soit possible de cultiver est, en réalité, celle qui reproduit la valeur du travail de l'ouvrier, plus l'impôt.

La classification culturale des plantes qui sont l'objet du travail agricole doit rapprocher entre elles celles qui reçoi-

(1) *Guide du propriétaire des biens ruraux affermés*, p. 52.

vent des cultures analogues. C'est ce que nous avons cherché à réaliser dans le tableau suivant :

1° Céréales.
2° Légumes farineux.
3° Racines alimentaires.
4° Plantes oléagineuses.
5° Plantes annuelles à fruits succulents (cucurbitacées).
6° Plantes à bulbes comestibles.
7° Plantes cultivées pour leurs organes floraux.
8° Plantes tinctoriales.
9° Plantes textiles.
10° Prairies permanentes.
11° Prairies temporaires.
12° Arbres et arbrisseaux.

PREMIÈRE CLASSE.

CÉRÉALES.

Nous renfermons dans cette classe les plantes dont les grains ont un périsperme amylacé et se transforment facilement sous la meule en une poudre (farine) où les grains de fécule sont détachés les uns des autres. Elle se compose de plantes de la famille des graminées et du sarrasin (*polygonum fagopyrum*). Leur culture a beaucoup d'analogie; le maïs seul s'en distingue en ce que, par sa haute taille et son développement, ses plants doivent être séparés les uns des autres et semés en ligne, ce qui le rapproche de la classe suivante qui comprend les plantes légumineuses cultivées pour leurs semences. Les semences farineuses sont depuis les temps les plus reculés la base de la nourriture des nations :

Prima dedit leges, Cereris sunt omnia munus.
(OVIDE.)

Ce choix a été déterminé par plusieurs motifs. 1° Elles réunissent en une proportion notable les deux éléments de la nourriture animale, les substances azotées et les substances

carbonées ; dans le froment, ces deux éléments se trouvent même dans la proportion presque exacte exigée pour le maintien de la vie, surtout dans les climats méridionaux où le blé contient beaucoup de gluten. C'est, de toutes les nourritures, celle qui exige le moins d'aliments supplémentaires pour entretenir la vie animale. 2° Les substances azotées se concentrent toujours en plus grande abondance dans les organes les plus jeunes des plantes ; elles abondent dans la graine, qui en est la dernière production, et l'amidon y est accumulé pour servir de nourriture au germe lors de son développement. Ces deux substances y sont mêlées de très peu de matières non alibiles, qui peuvent en être facilement séparées. 3° Quoique les céréales ressentent les effets d'une bonne culture, elles donnent cependant des résultats avantageux, même avec un traitement peu soigné ; elles viennent sur un seul labour, végètent pendant la saison humide, mûrissent à l'arrivée des chaleurs, et par conséquent peuvent se passer d'irrigation et réussissent sur le plus grand nombre des terrains et dans des climats très variés. 4° Elles sont du goût de tous les consommateurs en raison même de leur insapidité, qui permet de les assaisonner de la manière la plus diverse, avec le sel comme avec le sucre. 5° Sous un petit volume, elles renferment une grande quantité de nourriture, et par conséquent sont très faciles à transporter. Un approvisionnement de biscuit est, sans contredit, un de ceux qui, à égale faculté nutritive, occupe le moindre volume. 6° Avant l'introduction de la pomme de terre, les céréales fournissaient à la généralité des situations la nourriture la plus économique, car les châtaignes, la banane, l'arbre à pain, sont circonscrits dans des climats déterminés, d'où ils ne peuvent sortir. 7° Encore à présent la nourriture exclusive au moyen de la pomme de terre a des inconvénients que ne présentent pas les céréales. Comme ces tubercules renferment beaucoup de ligneux et d'eau inutiles comme aliments,

il faut en conserver une grande masse pour s'assurer un approvisionnement suffisant; ils renferment une très petite quantité d'azote et de graisse, et exigent, par conséquent, des suppléments considérables, comme lait, fromage, viande, etc., pour en obtenir une nourriture complète; enfin il faut les préparer au moment même de la consommation, tandis que le pain fait des céréales se conserve presque indéfiniment.

Les semences farineuses seront donc toujours la véritable base de la nourriture des hommes. La viande, par sa cherté, ne sera jamais qu'un de ces suppléments utiles dont nous avons parlé; d'ailleurs elle surabonde en azote, et elle exigerait elle-même un supplément moins riche pour former une bonne et complète nourriture. Sans doute il serait à désirer qu'elle entrât dans une plus grande proportion dans l'alimentation des peuples, et personne ne le désire plus ardemment que celui qui comprend quelle en serait l'importance pour les progrès de l'agriculture. Nous désirons que des récoltes fourragères viennent s'associer en plus grande proportion aux récoltes céréales; cette amélioration a commencé à se réaliser, mais avec une lenteur dont il ne faut pas toujours accuser l'ignorance ou l'esprit de routine. Il ne suffit pas de savoir, il faut pouvoir; or, la multiplication des bestiaux est corrélative à l'accumulation des capitaux, et quand on sait avec quelle lenteur ils se forment, en partant d'un état inférieur de richesse, tout étonnement doit cesser. M. Royer a fort bien montré[1] que l'acquisition de toute tête de gros bétail que fait l'agriculteur exige une mise de fonds qu'il estime trop bas, mais que nous évaluons aux chiffres suivants :

1° Acquisition de l'animal.	150 fr.
2° Construction pour le loger.	100
3° Approvisionnement d'un an pour son alimentation : 4,000 kil. de foin, à 40 fr. le millier. . .	160
	410

(1) *Notes économiques*, p. 100.

Ainsi, pour porter de 14 à 20 millions les têtes de bétail que possède la France, ce n'est pas moins qu'une avance de 246 millions que devrait faire notre agriculture. Dans l'impossibilité de lui procurer à la fois une pareille somme, avec la difficulté de décider les cultivateurs à l'employer avec intelligence et sagesse, nous devons entrevoir la nécessité d'attendre du temps une amélioration si désirable et qui cependant procurerait au pays un accroissement considérable de revenu. Tous nos efforts vont tendre à faciliter les moyens de le réaliser. Mais si les conseils sont peu de chose, l'exemple est contagieux, et celui d'une culture habile donné par les vrais agronomes, et portant à un haut degré le produit des céréales elles-mêmes, hâterait, en enrichissant ceux qui le donneraient, l'accomplissement de ce *grand œuvre social.*

CHAPITRE Ier.

Le froment.

Nous comprenons sous le nom de *froment*, en agriculture, les espèces du genre botanique *triticum* qui se dépouillent de leurs balles à la maturité, réservant le nom d'*épeautre* à celles qui ne s'en séparent pas.

On ne retrouve plus le froment à l'état sauvage, et on ignore quelle est sa patrie. Guidé par des considérations climatologiques et par des étymologies, M. Dureau de la Malle a cherché à prouver qu'il était originaire de la vallée du Jourdain [1]. On a prétendu voir dans le froment une autre espèce botanique de graminées transformée par la culture, et que c'était la cause pour laquelle on ne le trouvait pas plus hors des

(1) *Économie politique des Romains*, t. II, p. 93 et suiv.

champs cultivés qu'on n'y trouve le chou pommé. Gerard (1632) disait avoir trouvé trois ou quatre grains d'avoine parfaitement conformés dans un épi de froment ; Bonnet croyait posséder un chaume portant à la fois un épi de froment et un épi d'ivraie ; Latapie prétendait avoir transformé l'ægylops triticeoïde en froment véritable ; Esprit Fabre annonçait avoir commencé cette transformation et avoir obtenu un ægylops qui avait perdu une partie de ses caractères pour prendre ceux du froment [1] ; lord Bristol assurait qu'en retranchant la première année toutes les tiges fleuries de l'avoine, il obtenait l'année suivante des épis d'orge, de froment et un peu d'avoine ; M. Raspail disait que le froment semé sur des terres infertiles dégénérait et se convertissait en chiendent et en plusieurs autres de ses congénères ; le docteur Anderson ayant fait couper de l'avoine en vert, le peu de tiges qui survécurent poussèrent au printemps suivant des épis de seigle. Ces expériences avaient été répétées avec soin par le docteur Wessenberg, et M. Monsseignat, ancien député de l'Aveyron, écrivait qu'il lui était arrivé dix fois de semer de l'orge dans un champ et de ne récolter que de l'avoine [2] ; mais aucune de ces expériences et de ces assertions ne porte ce cachet d'exactitude qui serait nécessaire pour prononcer sur une question aussi grave que celle de la possibilité de changements si considérables dans la disposition et l'organisation des plantes.

Quoi qu'il en soit, on trouve des grains de froment parfaitement semblables à ceux qui sont encore cultivés dans les plus anciennes catacombes d'Égypte ; il y aurait donc bien longtemps qu'ils auraient accompli leur métamorphose, et les accidents, les circonstances diverses dans lesquelles ils se seraient

(1) *Comptes rendus*, t. IX, p. 243.
(2) Voyez deux articles intéressants de M. Elysée Lefèvre (*Journal d'agriculture pratique et de jardinage*, de M. Bixio, novembre 1844 et juin 1845).

trouvés depuis trois mille ans n'auraient pas suffi pour le modifier de nouveau.

Parmi les céréales, le froment est celle qui contient, sous le moindre volume, le plus de matières nutritives, et parmi celles-ci le plus de gluten; celle qui fait le pain le plus nourrissant et le plus savoureux : son prix est aussi plus élevé, et dépasse la différence qu'on pourrait trouver dans son rendement comparé à celui des grains du même groupe. Aussi voit-on substituer sa culture à celle des autres céréales partout où la culture s'améliore. Cette substitution gagne tous les jours du terrain en France, où le froment occupe déjà les deux tiers de celui qui est consacré à la production de ces plantes.

SECTION Ire. — *Variétés de froment.*

Les froments présentent un grand nombre de variétés adoptées dans la culture, et chaque jour on en propose de nouvelles à l'attention des cultivateurs. Le climat, le sol leur impriment des caractères spéciaux qui sont sujets à changer quand on les soumet à d'autres influences. Les variétés provenant du midi sont plus sensibles au froid, et ne peuvent être propagées sans précaution dans le nord; les variétés les plus productives dans un lieu ne le sont pas toujours dans un autre. Leur étude agricole faite dans une contrée n'indique donc pas leurs avantages absolus. Ce qui ajoute aux difficultés de cette étude, c'est encore le caractère particulier des saisons où l'on fait ces expériences, qui peuvent favoriser telle variété qui, dans une autre année et avec un autre concours de circonstances atmosphériques, n'aurait plus le même avantage. Les semis présentent, sans nul doute, un nombre considérable de ces variétés, dont quelques-unes persistent, et qui, répandues chez les cultivateurs, finissent quelquefois par être adoptées. On a constaté de la sorte les propriétés d'un certain nombre de fro-

ments ; d'autres viendront s'y ajouter plus tard, et c'est de ces expériences en grand qu'on doit attendre dans chaque pays la connaissance exacte des bonnes variétés plus que des expériences horticoles.

Les variétés ainsi acquises ont une maturité plus ou moins hâtive. On a donné à plusieurs d'entre elles le nom de *blé trémois* (trimenia); ce sont des froments propres à être semés à la fin de l'hiver pour être récoltés la même année. Les trémois diffèrent des blés qui passent l'hiver en terre en ce qu'ils ont subi ce traitement pendant plusieurs années. Mais tous les blés sont susceptibles de devenir blés d'automne ou de printemps.

Les botanistes ont cherché souvent à classer les variétés du froment pour en rendre la détermination plus facile. Parmi ces nombreuses tentatives, dont quelques-unes sont très estimables, nous choisissons celle qui a été donnée par M. Vilmorin comme celle qui nous paraît la plus pratique.

Les froments sont divisés d'abord en deux sections : 1° celle des froments à grains tendres, cédant sous la dent ; 2° celle des froments à grains durs, se cassant sous la dent.

Grains tendres.

1° Touselles. Épis sans barbes, ou à barbes très courtes et peu nombreuses ; paille creuse.

2° Seisettes. Épis barbus ; paille creuse.

3° Poulards. Épis réguliers, carrés, barbus ; paille pleine de moelle vers son sommet.

Grains durs.

4° Aubaines. Épis barbus ; barbes longues et roides ; grain long et glacé.

5° Blé de Pologne. Épis allongés ; balle très allongée, ainsi que les grains demi-transparents.

§ 1. — Touselles.

1. *Blé d'hiver commun.* Épi jaunâtre, pyramidal, grain roussâtre et long. C'est le blé le plus communément cultivé dans le nord et dans le centre de la France.

Il y a une sous-variété à grain plus coloré : *froment rouge ordinaire.*

2. *Blé de mars commun.* Épi plus court, ainsi que le grain qui est presque dur. C'est le trémois du nord et du centre de la France.

3. *Blé blanc de Flandre* (blé blanc-zée, blé blazé de Lille). Épi blanc, fort et bien nourri ; grain blanc, oblong et tendre. C'est un des blés les plus beaux et les plus productifs, particulièrement propres aux bonnes terres.

M. Vilmorin observe que la plupart des blés nouvellement annoncés, le Wellington, le Géant d'Isly, l'Éclipse, le Fellenberg, le Talavera, appartiennent à cette variété.

4. *Blé de Hongrie.* Épi blanc, ramassé, presque carré ; grain blanc et arrondi ; très bonne qualité de grain répandue aux environs de Blois sous le nom de *blé anglais ;* son grain est supérieur en poids au blanc-zée ; sa paille est moins longue.

5. *Touselle blanche de Provence.* Épi très blanc, à épillets écartés ; grain long, d'un blanc jaunâtre ; paille fragile. C'est, d'après M. Vilmorin, le froment par excellence par la qualité de son grain. Ce blé est trop délicat pour le nord de la France, et il est sujet à y dégénérer.

6. *Richelle blanche de Naples.* Épi blanc, quelques arêtes courtes ; grain oblong, blanc, jaunâtre. C'est un des blés les plus remarquables sous le rapport de la beauté et de la qualité du grain.

7. *Blé d'Odessa sans barbe* (touselle rousse de Provence, blé meunier du Comtat). Épi un peu irrégulier, épillets inégaux ; teinte rougeâtre ou cuivrée de l'épi ; grain plus étroit

que celui de la richelle, dont on lui donne abusivement le nom dans certains pays. La plante est sujette à taller; elle craint les grands froids de l'hiver, mais elle résiste très bien à la sécheresse, et réussit dans des terrains à seigle, où la seisette et la touselle se perdent ordinairement.

8. *Blé de Saumur.* Grain gros bien plein; paille très blanche; assez délicat; donne beaucoup dans les localités saines et bien préparées; redoute les localités basses, les sols humides et nouvellement défrichés. C'est le blé des bonnes terres et des bons assolements de l'Anjou [1].

9. *Blé de haies* (blé de Tunstall). Épi carré, épais, régulier, couvert d'un duvet blanc veloûté; grain court, blanc jaunâtre, de bonne qualité.

10. *Blé Lamma.* Épi d'un rouge clair ou doré; grain petit, de très bonne qualité; hâtif, sujet à s'égrener, et par conséquent il doit être coupé un peu avant sa maturité. Il craint beaucoup les froids de l'hiver. et quand, il y a quelques années, il prit une extension extrême dans le nord de la France, il est survenu heureusement un hiver froid qui. en le maltraitant, a servi d'avertissement aux cultivateurs. Quelques années plus tard le malheur aurait pu être très grand, car le lamma, fort estimé des meuniers et assez accommodant sur la nature du terrain, tendait à se substituer aux autres froments d'hiver, ce qui aurait pu amener une véritable disette.

11. *Blé du Caucase.* Épi d'un rouge obscur, long, à épillets écartés; grain allongé, rougeâtre, assez dur et pesant. Ce blé est très précoce; quand on le sème en automne, il craint les hivers du nord de la France. Sa paille est faible et sujette à verser. Il y a une variété de ce blé à épi blanchâtre.

12. *Blé carré de Sicile.* C'est un blé de mars; épi rouge-brun, court, carré, à grains rouges, presque durs, d'assez

(1) Oscar Leclerc, *Agriculture de l'Ouest*, p. 269.

bonne qualité. Variété hâtive, paille assez haute et grosse dans la partie supérieure.

§ 2. — Seisettes.

Ces blés sont en général colorés, leur paille est plus ferme que celle des touselles, mais elle est moins estimée pour la nourriture du bétail, à cause de la présence des arêtes.

13. *Blé barbu d'hiver*. Épi comprimé, grain rougeâtre ou jaunâtre. A été abandonné progressivement en France pour le blé d'hiver commun, quoiqu'il soit plus précoce que ce dernier, parce que le grain des touselles est en général plus recherché par les meuniers.

14. *Blé barbu de printemps*. C'est le blé que l'on désigne généralement sous le nom de *trémois*. Il est aussi remplacé peu à peu, et par la même raison que pour le précédent, par le blé commun de printemps.

15. *Blé à chapeau de Toscane*. Paille fine, allongée, servant à la fabrication des chapeaux d'Italie; son épi est court, peu productif en grain. Ce n'est en réalité qu'une sous-variété appauvrie du précédent.

16. *Seisette de Provence*. C'est, pour la qualité, le premier blé de cette série. Il craint le froid du nord de la France; il a réussi à M. Vilmorin étant semé en février. Il occupe toute la région des oliviers, et surtout les parties les plus exposées au vent, auquel il résiste mieux que les touzelles.

17. *Blé Victoria*. Paille courte et ferme, épi jaune, barbes fortes et roides, grain rougeâtre, presque dur, de bonne qualité. Il vient de Colombie, où il mûrit en soixante-dix jours; mais en France sa maturité n'est pas plus précoce que celle de nos blés ordinaires.

18. *Blé hérisson*. Épi compacte garni de barbes divariquées, espèce très productive, à grain court, petit, rougâtre. Craint les froids des hivers; réussit mieux semé au printemps.

3. — Poulards (*Petanielles, triticum turgidum*).

Les poulards, par la vigueur de leur chaume, le développement de leur feuillage et leur abondante transpiration, conviennent particulièrement aux sols humides; ils viennent bien sur les défrichements et jusque dans les localités demi-bourbeuses, où tous les autres blés verseraient ou se rouilleraient. Sur les terres peu profondes et peu riches en matières organiques, ils ne peuvent, au contraire, atteindre tout leur développement; les grains se rident avant la maturité, souvent même les plantes épient mal, et se développent enfin incomplétement. Là où ils réussissent, ils donnent, avec une abondance extrême, un blé qui a environ un dixième de moins de valeur sur le marché que les autres froments. Il y a des talles qui portent au delà de 80 épis, chacun de 120 grains[1].

Tous les poulards sont barbus, quelques-uns ont leurs barbes caduques; ce sont tous des blés d'automne; leur paille est peu estimée à cause de sa dureté.

19. *Poulard carré* (épeautre blanche du Gâtinais). Épi blanc ou rouge, lisse, peu cultivé en France, mais usité en Savoie et en Suisse où il sert à faire du gruau. On le sème au printemps; il ne mûrit pas dans les contrées froides.

20. *Poulard carré à barbes noires* (garagnon, regagnon du Languedoc). Épi blanc, lisse, plus court que celui du précédent, barbes blanches ou noires; paille longue et forte, gros grains; les arêtes tombent à la maturité. Cultivé dans le midi.

21. *Poulard carré velu* (nonette, blé de Sainte-Hélène, gros blé du midi, petanielle rousse, blé de Dantzick, gros turquet, etc.). Ce blé est très répandu dans le midi et l'ouest, en Espagne, en Italie, en Languedoc. Son épi est blanc ou rougeâtre; il supporte très bien l'hiver, mais est lent à mûrir, ce qui lui assigne une limite vers le nord.

(1) Oscar Leclerc, *Agriculture de l'Ouest*, p. 257.

22. *Blé de miracle* (blé de Smyrne, d'Égypte, etc.). A épi rameux, produit beaucoup dans les terrains riches. Sa farine est rude et grossière, et il est sensible au froid. Sa paille est très pleine et très dure. Il est sujet à dégénérer et à reprendre un épi simple.

23. *Poulard plat* (pétanielle de Montpellier, blé géant, etc.). Épi blanc ou roux, grains plus petits que dans les poulards carrés; sans arêtes ou avec des arêtes caduques.

§ 4. — Aubaines.

24. *Aubaines à barbes rousse, noire, blanche.* Ces trois variétés de blé dur, à épis plus ou moins lâches, ou compactes, comprennent tous les blés durs cultivés de préférence dans les climats chauds. Les blés d'Afrique sont presque tous des aubaines; celui connu sous le nom de taganrock est une aubaine. Le grain de ces blés est dur et glacé, leur farine est riche en gluten et en amidon; elle est difficile à pétrir. C'est avec elle que se font toutes les pâtes d'Italie.

25. *Aubaine à épi comprimé.* Très belle variété cultivée en Égypte.

Les aubaines mûrissent difficilement, sont sensibles au froid, et leur culture ne s'étend guère au delà de la région des oliviers. M. Vilmorin ne les trouve pas productives auprès de Paris, et conseille de les semer en février. Dans le midi ce sont des blés d'automne, et par la fermeté de leur paille remplie de moelle vers le haut, ils sont très utiles dans les terrains secs et très riches où les autres blés verseraient. Ils y rendent, sous ce rapport, les mêmes services que les poulards dans les situations humides. Dans les terrains ou dans les années où la fin du printemps est exposée à la sécheresse, l'aubaine donnera un produit supérieur à celui des blés tendres, mais son grain se vend un dixième de moins que ceux-ci dans les années ordinaires, quoique pourvu de plus de facultés nutritives.

§ 5. — Blé de Pologne.

26. *Blé de Pologne* (blé de Mogador, seigle de Pologne, de Jérusalem). Espèce remarquable par ses grands et longs épis, par ses balles d'une dimension extraordinaire et par son grain très allongé, tellement glacé qu'il semble être transparent. Il est cultivé dans l'Ukraine et dans la Valachie. Il a bien réussi dans le midi de la France, où il fut importé en 1816; mais n'ayant pas des qualités meilleures que les aubaines, et sa forme insolite, sa grande dureté le faisant repousser des marchés, on n'en a pas continué la culture. Il exige un terrain riche, si l'on ne veut pas qu'il dégénère. Le peu que l'on en cultive encore dans le midi est employé en gruau.

Section II. — *Végétation du froment.*

Nous avons exposé, en parlant des semailles, ce qui concerne la germination du blé. Dès qu'elle a eu lieu, la graine lance une plantule *a* vers la surface de la terre, et une radicule *r* vers le bas. La tigelle *a* s'élève au jour blanche et transparente comme une tige étiolée; à peine est-elle sortie de terre, qu'il se forme un nœud d'où part une feuille. Alors se montre une seconde racine *r'* partant de la base de la radicule primitive, puis un second nœud très rapproché du premier émet une seconde feuille, et une nouvelle racine *r'* part encore de la radicule; mais dès qu'apparaissent les troisième et quatrième feuilles, les nouvelles racines *t*, *t*, au lieu de partir de la radicule, partent de la base du premier nœud, c'est-à-dire près de la surface du sol, et forment successivement une couronne de racines superficielles. Peu à peu les premières feuilles se flétrissent, et les premières racines *r*, *r'*, *r'*, ainsi que la plantule, se dessèchent et disparaissent.

Dans la figure 162, dessinée de grandeur naturelle sur



Fig. 162.

une plante semée au commencement d'août et cueillie le 12 septembre [1], on voit que le grain avait été enterré de 0m,30, et la plante a été obligée de produire une plantule de cette longueur avant de pouvoir former son premier nœud. Cette production, quand elle est trop allongée, épuise la plante qui ne se nourrit encore que des substances contenues dans la semence, et qui n'acquiert de la vigueur que quand elle est en contact avec la lumière.

Quand on sème le blé un peu tard en automne, il ne développe que ces deux ou trois premières feuilles avant l'hiver, et la plante se nourrit au moyen de l'ordre inférieur des racines. Peu après avoir paru hors de terre, la plante jaunit; c'est le moment où ses premières feuilles ne reçoivent pas encore des racines les sucs nécessaires à leur accroissement; mais bientôt celles-ci s'allongent, atteignent, sur un plus grand nombre de points, les substances nutritives, et alors on voit la plante reverdir. Bientôt arrêtée par les froids, elle cesse de croître jusqu'au renouvellement de la végétation, qui a lieu quand la température moyenne du jour a atteint + 5°; alors la plante pousse de nouvelles feuilles, et la couronne de racines, partant du nœud inférieur, commence à se former. Son apparition est encore suivie du jaunissement de la plante, qui dure jusqu'à ce que ces nouvelles racines aient pris un accroissement suffisant. Dans ce moment, l'épi en miniature est tout formé vers le sommet de la tige principale; on l'y voit à la loupe, et même à la vue simple, en écartant avec précaution les feuilles qui l'entourent. Dès lors, si le temps est propice, on voit sortir du premier nœud ras de terre une ou plusieurs tiges, et on dit que le blé *talle*. Si les semis ont été précoces et que l'automne ait été doux, le tallement a lieu avant l'hiver; alors les épis sont détruits par les gelées qui surviennent, et les plantes, obligées

(1) Les grumeaux *s*, *s*, *s*, attachés aux racines dans la figure, ne sont que de la terre qui y adhère.

d'en former de nouveaux au printemps, sont faibles et donnent de mauvaises récoltes, excepté dans les terres riches.

Les racines du blé prennent quelquefois un grand développement quand elles y sont sollicitées par la légèreté du terrain, d'abondants engrais et l'existence de couches fraîches et profondes, ou de cours d'eau inférieurs au sol. M. Fournet rapporte avoir vu de ces racines longues de 3 mètres[1]; nous en avons vu nous même de 2 mètres sur les bords du Rhône : mais quand elles ne plongent pas dans un sol profond, l'allongement des racines est arrêté par la rencontre des racines des pieds voisins, et elles ont alors rarement plus de 0m,10 à 0m,20 de longueur.

Si on examine ce qui se passe dans la croissance des végétaux, on s'aperçoit que, chez les uns, les rameaux croissent indéfiniment par leur extrémité, émettant de nouveaux bourgeons latéraux et de nouvelles feuilles tant que la température ne baisse pas au-dessous du degré qui convient à leur végétation, et que leur pousse terminale n'est arrêtée que par les froids qui gèlent la partie des rameaux ou de la tige qui, n'étant pas encore assez ligneuse, trop remplie d'humidité, ne peut en supporter l'atteinte; tels sont la vigne, la clématite, le lierre, le mûrier blanc, etc. C'est ce que nous appelons *végétaux à décurtation accidentelle.*

Chez d'autres, la pousse, d'abord vigoureuse et rapide, se continue, par la production de feuilles et de bourgeons, jusqu'à ce qu'il se produise un bourgeon terminal qui ne se développe que l'année suivante; tels sont le marronnier d'Inde, le noyer, le chêne, le lilas, etc. Il n'y a point ici de décurtation, mais *arrêt constitutionnel de l'élongation.*

Enfin, on trouve des végétaux dont les rameaux, après avoir pris un certain développement en longueur, s'arrêtent

(1) *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, t. VII, § XXIII.

spontanément et peu de temps après leur pousse. Le jet terminal se dessèche, et le rameau se termine par une cicatrice. C'est ainsi que se comportent l'orme, le tilleul, le mûrier noir, etc., et c'est ce que nous appelons *décurtation naturelle de l'arbre.*

La tige du blé rentre dans cette dernière catégorie, et l'épi, qui est la partie terminale, s'arrête aussi, parvenu à un certain terme. Alors sa partie supérieure se dessèche; il s'y forme une cicatrice, et sa longueur est définitivement fixée, ainsi que le nombre de ses épillets, sans qu'il soit possible à toute l'industrie humaine de les augmenter [1]. Comme dans les plantes que nous venons de décrire, la longueur de la partie qui subsiste semble déterminée par la richesse du terrain en rapport avec ses facultés hygroscopiques, et probablement aussi par les circonstances météorologiques, si on en juge par l'inégalité de la pousse des arbres dans les différentes années. Le nombre des épillets des épis nous a semblé généralement relatif au nombre de feuilles des rameaux des arbres de cette subdivision, venus dans le même terrain, et d'autant plus grand que la décurtation de ceux ci avait été moins pressée.

Cependant le sort définitif de la récolte n'est pas encore complétement décidé. La longueur de l'épi ne peut plus être augmentée; mais chacun de ses épillets peut porter un plus ou moins grand nombre de grains, et c'est la richesse du terrain, la bonne répartition de l'humidité au printemps et le succès de la floraison qui décident de cette seconde partie de la question. La plante continuant à croître, il faut qu'elle reçoive les sucs de la terre dans un état de dilution suffisant, mais non excessif; par conséquent, il faut qu'en supposant qu'ils existent dans le sol, l'humidité soit telle que ces sucs puissent, d'un côté, fournir à l'évaporation, et de l'autre que la plante

(1) Dutillet. *Registres manuscrits de l'Académie des sciences*, 1759.

n'ait pas à élever une masse trop considérable d'eau pour trouver les éléments de son organisation.

Le blé suffisamment pourvu de sucs nutritifs talle du pied après avoir reçu une somme de chaleur moyenne diurne de 431°, à partir du moment où la température moyenne est parvenue à + 5°. C'est dans ce moment qu'a lieu la décurtation de l'épi. Les jeunes pousses latérales absorbent une partie de la nourriture qui se rendait auparavant au sommet.

Le blé fleurit dans nos climats quand la température moyenne s'est élevée à + 16°,3, ou quand la plante a reçu, depuis sa rentrée en végétation ou depuis la formation de la couronne supérieure des racines, la somme de 813° de chaleur moyenne, ou mieux quand il a reçu 1413° de chaleur solaire. La floraison ne dure que deux ou trois jours au plus. L'épi fleurit presque tout à la fois de bas en haut. Personne n'a bien observé les circonstances qui peuvent nuire à cet acte de la végétation. M. Loiseleur Deslongchamps croit qu'il est à l'abri de tout accident parce que, selon lui, la fécondation du froment se fait à huis clos, c'est-à-dire avant que la fleur ne s'ouvre, quand les balles sont encore juxta-posées, ce qu'il conjecture de ce que les anthères sont vides de pollen au moment de leur ouverture. Il serait possible, cependant, que l'humidité causée par la pluie et les brouillards, pénétrant à travers le tissu des balles, vînt à nuire à cette opération. Au moins les cultivateurs sont-ils fort alarmés quand la floraison du blé a lieu dans des temps pareils.

La maturité du blé arrive quand la plante a reçu, dans les climats moyens de l'Europe, 1600 à 1900° de chaleur moyenne, depuis le renouvellement de sa végétation au printemps, ou quand la terre a reçu 2450° de chaleur solaire, et sous la présence de la lumière, en ne comptant, par conséquent, que les heures du jour pour établir ce calcul [1].

(1) Voyez le tome II, p. 87, 88 et 554.

Quand la maturation se fait à l'abri de tout accident, la tige se dessèche, la graine grossit, le suc laiteux qu'elle contient se solidifie; la maturité botanique précède de quelques jours le moment où le grain se détache de l'épi, car dès que ce suc a perdu sa fluidité, quand il est encore à l'état pâteux, il est déjà propre à la germination; mais, même après ce moment, le grain continue à aspirer les derniers sucs qui se trouvent dans la tige, dans les supports et les enveloppes des épillets, car si on le détache avant la solidification complète du périsperme, il se ride et témoigne ainsi qu'il aurait dû recevoir d'autres matériaux pour être complétement rempli.

Nous avons voulu suivre sans interruption toutes les phases de la végétation du blé. Revenons maintenant sur nos pas; nous dirons que si l'humidité venait à diminuer et que la température moyenne fût à 22 ou 23° avant la montée des tiges, il arrive au blé ce qui arrive aux prés secs, où on voit bien quelques espèces de plantes arriver à maturité, mais où d'autres restent à l'état de gazon et sans fructifier. C'est aussi ce qu'on remarque dans les pays où il n'y a pas une saison entière qui présente une température au-dessous de 20°, et où la sécheresse saisit les céréales de bonne heure. M. de Humboldt avait déjà remarqué que sur les pentes sèches du Mexique, à Xalapa, le froment semé autour de la ville végétait vigoureusement, mais qu'il ne montait pas en épi; on ne l'y cultivait que pour son chaume et son feuillage succulent servant de fourrage aux bestiaux. Il a soin d'ajouter que dans d'autres lieux, et entre autres à l'Ile-de-France, on cultive le froment presque au niveau de l'Océan [1]. Or, dans cette dernière localité, la température de l'hiver n'est pas au-dessous de 21°,6, c'est-à-dire qu'elle est plus élevée que celle de Xalapa; mais on sait que le Mexique est exposé à une extrême sécheresse et que l'agriculture n'y prospère qu'au moyen d'arrosements artificiels, tandis que le

(1) *Essai sur la Nouvelle-Espagne*, t. II, p. 69 et suiv.

climat insulaire de l'Ile-de-France la rend sujette à des pluies fréquentes et abondantes. On ne peut non plus comparer à la situation de Xalapa celle de l'Égypte, qui, outre que le sol y conserve un certain degré d'humidité dû aux inondations du Nil, n'a qu'une moyenne température de 14°,7 pendant son hiver, saison pendant laquelle se développe la tige du froment.

Dans nos climats du midi, les plantes provenant des graines tombées sur l'aire où l'on dépique les gerbes, reçoivent pendant les mois de juillet et d'août une quantité de chaleur plus que suffisante pour les disposer à la floraison, et cependant elle se bornent à taller et à faire un gazon épais, parce que l'humidité leur manque et que l'activité de l'évaporation des feuilles radicales ne laisse aucun excédant de séve pour les faire monter en tige. Plus tard, au mois de septembre, le décroissement de la chaleur, qui descend au-dessous de la température nécessaire pour la floraison, les empêche de fructifier.

Nous avons toujours remarqué, dans nos terrains secs, que les mêmes arbres qui dépérissaient et ne pouvaient former une tête si l'on tenait leur tige élevée, en faisaient une magnifique si on les recépait près du sol. Il semblerait donc que la chaleur que reçoivent les terres frappées du soleil en été arrête l'ascension de la séve, si elle n'est pas très abondante. Nous avons expérimenté ce fait sur une touffe d'arbres transplantés sur un terrain sec et qui n'ont pris de la vigueur qu'après avoir été coupés ras de terre. On sait que les bois des pays chauds ne réussissent bien qu'en taillis.

Ce que nous venons de dire explique les phénomènes observés par MM. Edwards et Colin[1] qui ne purent obtenir de tiges des blés semés à la fin d'avril; mais ce qu'il y a de remarquable dans leurs expériences, c'est la différence observée entre la végétation des blés de mars et des blés d'automne; c'est aussi la différence entre les plus gros et les plus petits grains

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. II, p. 21.

de cette variété. Les plantes provenant de gros grains ne montaient pas en épi l'automne suivant, et celles provenant de petits en donnaient[1]. Il semblerait par là que les plantes provenant de gros grains auraient plus de dispositions à taller que les petites plantes, et qu'il faudrait choisir les plus pesantes et les plus développées pour avoir des semis disposés à s'épaissir.

Section III. — *Convenances météorologiques du froment.*

Quoique nous n'admettions pas la doctrine de l'acclimatation comme l'entendait Thouin, c'est-à-dire dans le sens qu'une plante d'un climat chaud peut graduellement être amenée à supporter la température d'un climat plus froid qui la ferait périr si elle y était transportée tout à coup, et réciproquement pour les plantes d'un pays froid transportées dans un climat chaud, nous pensons que l'on peut obtenir des semis des variétés plus robustes que leurs mères et capables de vivre dans d'autres climats. Si l'on pouvait conserver quelques doutes à cet égard, le froment devrait les dissiper. Nous avons vu, en effet, que dans le grand nombre de variétés qu'il présente, les unes sont capables de supporter des hivers très rigoureux et que d'autres y succombent. Presque tous les froments tirés du midi de la France ou de la Sicile n'ont pas soutenu l'épreuve des hivers de Paris. On tremble encore en pensant qu'une succession d'hivers durs avait commencé à répandre le blé d'Odessa dans les contrées qui alimentent la capitale, et que quelques années pareilles auraient pu rendre sa culture générale. Heureusement l'hiver de 1838 détruisit les semis et donna un salutaire avertissement avant que cette perte pût avoir un effet trop sensible sur l'approvisionnement de la capitale.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome II, p. 52.

Les variétés de froment que l'on cultive dans le midi y ont souffert considérablement dans tous les hivers où la température descend à — 13° ou — 14°; mais ils souffrent aussi pareillement avec des froids beaucoup moindres. Cela ne dépendrait-il pas en partie de ce que le midi a tiré ses meilleurs froments de la Sicile et de l'Afrique? D'un autre côté, le blé blanc-zée de Flandre a souffert d'une maturité trop précoce, transporté dans le midi.

Mais mettons en dehors cette question de choix des variétés, et sans nous occuper de cette partie de la région céréale qui reste couverte en hiver d'un manteau de neige propre à préserver les plantes des effets du rayonnement nocturne, nous trouvons que le mauvais effet des hivers sur les blés est beaucoup plus marqué dans la partie orientale que dans la partie occidentale du continent, et que l'on s'en plaint d'autant moins que l'on approche davantage des côtes de la mer. Ce n'est pas seulement parce que les froids y sont moins intenses; on éprouve aussi en Belgique des températures de — 14°, sans qu'elles causent les immenses dommages que l'on a remarqués dans les départements du sud-est : ce fait dépend de l'état du ciel pendant le dégel. Les gelées les plus fortes paraissent être de peu d'effet sur les plantes si elles sont suivies d'un dégel graduel[1]; mais un dégel survenant avec un temps clair et un beau soleil, faisant passer subitement les plantes de la température de — 14° à celle de + 39° ou 40°, comme cela arrive en Provence, les désorganise complétement, tandis que si le dégel arrive avec un temps couvert qui maintienne la surface du sol à zéro, ou avec une pluie qui, dans cette saison, n'a pas une température fort élevée, les plantes ne souffrent nullement. Les risques que courent les froments dans un climat donné sont en raison composée de l'intensité des froids minimum ab-

(1) Tome II, page 54.

solus, et de la pureté du ciel dans ce climat. Ainsi nous avons dans les trois pays suivants :

	Palerme.	Orange.	Paris.
Moyenne des minima absolus de l'hiver.	+4,4	—8,40	—10,46
La masse des nuages en hiver. . .	41,74	15,56	58,03

Transformons ces nombres pour la commodité du calcul en prenant le terme 0 du thermomètre pour 100, et le complément de la masse des nuages pour le degré de pureté de l'air ; nous aurons :

Moyenne des minima absolus. . .	104,40	91,70	89.51
Pureté de l'air.	58,26	84,44	41,97
Le quotient du second de ces nombres par le premier exprime le danger des fortes gelées.	0,55	0,92	0,47

Mais à Palerme, le minimum ne descend jamais au-dessous de zéro, le danger est nul ; il en serait de même pour les lieux où les minima ne descendraient pas à —6,0 au moins.

Mais on voit aussi dans ces chiffres combien le soleil, avec la basse température des minima et le peu de nébulosité du ciel, offre de chances défavorables pour la culture des blés dans le sud-est de la France, et combien, au contraire, la nébulosité du ciel combat efficacement ces chances dans le climat de Paris, qui est au centre de la région céréale.

La fin de l'hiver amène de nouvelles circonstances qui sont très fâcheuses pour les blés; ce sont les gels et dégels successifs[1]. Nous avons vu que le soulèvement de la couche de terre gelée, et puis son affaissement par le dégel, privent les racines de tout appui et compromettent l'existence du végétal. Quand ces gelées superficielles sont souvent réitérées, les blés en souffrent beaucoup ; mais si elles le sont peu, les blés s'en remettent bientôt, après avoir fait de nouvelles racines. Ces dégels sont d'autant plus à craindre qu'ils pénètrent plus profondément.

(1) Tome II, p. 64.

S'ils sont suivis d'une nouvelle gelée, elle forme une couche de glace distincte de celle du fond, et il s'établit ainsi quelquefois plusieurs étages de glace de densités différentes, qui tendent à séparer les racines de la terre par le soulèvement et à les abandonner successivement par les dégels. On conçoit que ces accidents sont d'autant plus à craindre que l'on avance dans le printemps, parce qu'alors les petites gelées sont suivies plus fréquemment de dégel diurne. Cette alternative est aussi plus fréquente dans le midi que dans le nord, et cela jusqu'aux climats où le thermomètre n'atteint jamais zéro. Ainsi, en comparant toujours les situations de Paris et d'Orange, nous avons :

Nombre de gelées :

	Décembre.		Janvier.		Février.		Mars.		Hiver.	
Paris,	Noct.	Diurn.	Noct.	Diurn.	Noct.	Diurn.	Noct.	Diurn.		
de 1824 à 1834.	6	2.5	16	9,0	10	2,5	4	0,1	36	14,1
Rapports. . .	100 : 41		100 : 56		100 : 25		100 : 28		100 ; 39	
Orange.										
de 1828 à 1844.	15	2,7	20	3,0	16	0,6	9	0,0	60	6,3
Rapports. . .	100 : 18		100 : 15		100 : 4		100 : 9		100 : 10	

Dans ce dernier climat, la clarté du ciel et le voisinage des Alpes augmentent le nombre des gelées nocturnes, mais le soleil et sa latitude diminuent celui des gelées diurnes. A Paris, les gelées du jour sont à celles de la nuit :: 39 : 100 ; à Orange :: 10 : 100, c'est-à-dire qu'à Paris, pendant l'hiver, on a 22 gelées nocturnes suivies de dégel, et à Orange 53,7. Ainsi il y a beaucoup plus de dégels diurnes dans cette dernière position. A Paris, on a 7,5 dégels sur 10 gelées en février ; à Orange, 15,4 dégels sur 16 gelées en février ; en mars, à Orange comme à Paris, toutes les gelées sont suivies de dégels diurnes. Conçoit-on maintenant pourquoi les chances de la culture du blé sont plus grandes dans la région du sud-est? pourquoi le prix moyen du grain y est plus élevé et pourquoi

l'on y penche vers la culture des arbres, des arbustes et des plantes fortement enracinées? Cette culture ne peut s'y faire avec sécurité que dans les terres profondes et bien assainies, dans celles qui manquent de fonds et qui sont humides à la superficie, elles amènent des mécomptes que l'abondance des engrais ne peut conjurer.

On sait, d'après ce que nous avons dit plus haut[1], que la végétation des plantes annuelles exige une gradation décroissante de l'humidité de la terre jusqu'à leur maturité; de sorte que les terres, n'ayant jamais plus de 0,23 d'eau trois jours après la pluie, à $0^m,33$ de profondeur, elles n'en aient jamais moins de 0,10. Cette juste proportion dépend de la constitution du sol, mais aussi de la marche des saisons, et surtout du rapport de la quantité de pluie tombée à l'évaporation, dans les terres qui d'ailleurs ne sont pas sujettes aux eaux souterraines. Sans entrer dans des détails que nous avons déjà cherché à préciser et ne tenant compte que des rapports de la pluie à l'évaporation, voici ce que nous trouvons dans les deux climats que nous avons déjà comparés:

	Avril		Mai.		Juin.		Juillet.	
	Pluie.	Évaporation.	Pluie.	Évaporation.	Pluie.	Évaporation.	Pluie.	Évaporation.
Paris.	$53^c,2$	$50^c,1$	$60^c,0$	$70^c,1$	$61^c,4$	$70^c,6$	$59^c,1$	$101^c,5$
Rapports de la pluie à l'évaporation.	100 : 91		100 : 117		100 : 115		100 : 171	
	Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
Orange.	$43^c,6$	$161^c,4$	$61^c,2$	$199^c,4$	$69^c,0$	$219^c,8$	$42^c,3$	$330^c,9$
Rapports de la pluie à l'évaporation.	100 : 370		100 : 326		100 : 318		100 : 813	

En voyant ce tableau, on est convaincu que le terrain de Paris conserve *habituellement, quand il a assez de profon-*

[1] Tome II, p. 151.

deur, une quantité d'humidité proportionnée aux besoins de la végétation ; on reconnaît seulement qu'au lieu de diminuer en juin, elle tend à augmenter, ce qui annoncerait qu'il y a là une époque critique où l'humidité est excédante dans les années extraordinaires ; mais, au total, la supériorité ascendante de l'évaporation reprend en juillet, mois où le grain achève de mûrir. Au contraire, les chiffres d'Orange nous montrent une supériorité si constante de l'évaporation sur la quantité de pluie, que la terre doit être habituellement sèche au printemps, que les blés doivent y souffrir souvent faute d'humidité. Excepté dans les terrains naturellement frais, ils doivent peu taller ; la paille ne doit pas être longue, et enfin la récolte doit être faible. Le proverbe du Nord, *année de foin*, *année de rien*, ne s'y vérifie pas toujours.

Nous avons aussi indiqué les brouillards de la fin du printemps et de l'été comme des causes de mauvaises récoltes. Ils sont d'autant plus fâcheux, qu'ils arrivent au moment où la terre est le plus sèche, et ne peut fournir à l'abondante évaporation qui les suit. Nous trouvons :

	Juin.	Juillet.
A Paris.	2 brouillards.	2 brouillards.
	Mai.	Juin.
A Orange.	1,3	0,6

Ainsi, les chances de brouillards sont plus fortes à Paris que dans la vallée du Rhône.

La grêle est surtout à craindre quand l'épi approche de sa maturité, car alors, en brisant les tiges, elle détruit une grande partie de la récolte, et rend ce qui reste difficile à recueillir. Quand le blé ne dépasse pas l'époque de la floraison, on aurait grand tort de désespérer dans les pays où la saison chaude se prolonge, comme jusqu'au nord de la région du maïs. Il faut alors se borner à donner un fort sarclage au blé, au moyen de la houlette, de manière à détruire les mauvaises herbes et à

rendre au terrain un peu d'ameublissement qui prévient sa dessiccation intempestive; de nouveaux épis latéraux ne tardent pas à se montrer et à réparer le dommage causé par l'orage. Dans les pays septentrionaux, on a vu le blé, ainsi rajeuni, passer l'hiver en terre et donner sa récolte l'année suivante; mais dans ceux qui sont au nord de la limite du maïs, les nouveaux épis pousseraient, et n'auraient probablement pas le temps de mûrir. M. de Fréminville cite un exemple frappant de cette nouvelle pousse d'épis, arrivée dans le département de l'Isère, à la suite d'un orage qui eut lieu le 19 mai 1841. Il remarque que le froment, qui montrait à peine sa fleur, repoussa sans difficulté; mais il fut frappé de voir qu'il en fût de même du seigle, dont les grains étaient complétement formés dans les épis [1].

La continuité des pluies, à mesure que le grain grossit et que l'épi devient plus pesant, est sans doute une cause du versement des blés dans les terres riches, où les épillets sont très garnis. Mais comme cet accident n'arrive pas à tous les blés, même les plus chargés; que dans certains terrains les tiges se soutiennent, tandis que dans d'autres elles se couchent même avec des récoltes médiocres, il faut en chercher la cause ailleurs. Nous soupçonnons, sans pouvoir encore l'affirmer, que certains éléments minéraux manquent dans les sols où le versement est le plus fréquent, et, d'après une donnée qui a besoin de confirmation, nous pensons que cet élément pourrait bien être la silice soluble. M. Couche indique aussi la même cause, et propose, pour y remédier, l'emploi des débris d'une roche feldspathique qui renferme 0,56 de silice gélatineuse. Nous pensons que ce remède serait parfaitement indiqué si on avait mis hors de doute l'origine du mal [2].

(1) *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, t. VIII, pag. XXIII des Procès-verbaux, 1845.

(2) *Comptes rendus de l'Académie*, t. XXII, p. 592.

Quant aux dangers que font courir les orages de grêle, on verra par la carte (*fig.* 163), résultant des relevés faits au ministère de l'agriculture et du commerce, que les pays de grandes plaines, ouverts à l'ouest et au midi, y sont le moins exposés; que ceux abrités au midi par des montagnes y sont très exposés; enfin que les pays de montagnes y sont plus exposés que ceux de plaines.

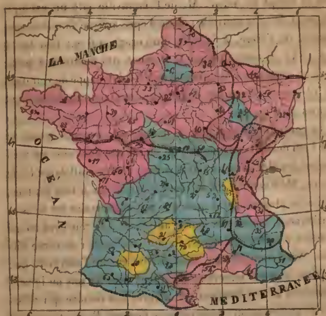


fig. 163.

La dernière intempérie à laquelle le blé soit exposé, c'est la continuité des pluies à l'époque de la maturité et à celle qui la suit. En 1816 la disette fut causée par cet événement, qui ne permit pas de rentrer le blé et le fit rester longtemps en javelles sur la terre. Ce danger est surtout à craindre dans les pays où la maturité dépasse beaucoup le solstice; plus elle est

tardive, plus la température va en décroissant, et plus le blé mûrit difficilement, et les javelles s'imprègnent d'eau, pourrissent ou moisissent. C'est dire assez que la récolte se fait toujours sans trop de difficulté dans la région de l'olivier et même dans celle du maïs; mais dans le nord de la région de la vigne et dans celle des céréales, surtout quand elles se trouvent en même temps dans la bande des pluies d'été, les pluies deviennent tellement continues dès le mois d'août et une partie de septembre, qu'elles peuvent présenter les plus graves inconvénients, dont le premier degré est la mauvaise odeur du blé, dont le dernier est la presque impossibilité d'achever la récolte, comme cela arriva en 1816, comme cela a pensé arriver en 1845. Dans cette dernière année les pluies cessèrent à temps pour qu'enfin la récolte pût être rentrée; mais elle fournit beaucoup de grains avariés.

SECTION IV. — *Partie constituante du froment.*

Après la récolte, la plante du froment se trouve séparée en plusieurs parties : la graine, les balles, la paille, le chaume et les racines. Leurs proportions sont loin d'être toujours les mêmes. Les blés semés en automne ont ordinairement une plus forte proportion de paille que ceux semés au printemps; le rapport de la paille au grain est moindre sur les terrains secs et dans les climats chauds que dans ceux d'une nature opposée; les blés clairs donnent moins de paille que les blés épais, les substances nutritives qu'enferme le sol sont plus ou moins propres à développer les matières carbonées ou azotées de la plante; les diverses variétés de blé donnent aussi des rapports différents entre les différentes parties : on ne doit donc pas s'étonner des divergences que présentent les chiffres recueillis par divers auteurs, et dont on va lire le tableau :

	Paille.	Graines.
Thaër	100	50
Podewits	»	35
Burger		46
Id.		39,3
Block		53
Deixsen (Brabant)		39,3
Hohenheim		44,3
Adler d'Aussée (Haute-Styrie), fumée tous les ans		22,0
Darblay [1]		41,0
Nous-même [2], seisette		37,2
Boussingault [3]		44,0
Moyenne		39,4

Le rapport de la balle à la paille est, d'après Schwerz, de 7 : 100.

Le chaume du blé fauché est à la paille comme 27 : 100.

Ainsi, 100 parties de la plante de froment sont composées, d'après les données moyennes que nous avons analysées, savoir :

Grain	22,8
Balle	4,0
Paille	57,7
Chaume	15,5
	100,0

Avant de procéder à l'analyse immédiate du froment, il faut observer que dans l'état où il est récolté, ainsi que la paille, il renferme des quantités d'eau très variables. Dans ceux analysés par M. Boussingault, le grain présentait encore 0,145 d'eau et la paille 0,260; dans d'autres cas et dans d'autres pays, cette quantité serait plus grande ou moindre. L'analyse ne peut donc être indiquée que pour l'état sec, mais ensuite, connaissant la quantité d'eau que renferme un grain, il sera facile de lui appliquer les résultats de l'analyse au moyen d'un léger calcul.

C'est après la dessiccation préalable qu'on trouve que 100 parties de blé répondent à 275 parties de paille, blé et chaume;

(1) *Société centrale d'agriculture*, 1827, t. I, p. 43. (2) *Ibid.*
(3) *Économie rurale*, t. II, p. 280.

mais le chaume restant en terre, et pesant 74,25, il nous restera 200,75 de paille sèche contre 100 parties de grain sec. D'après M. Boussingault [1], la composition de la plante de blé produisant 100 kil. de grain sec est la suivante :

	Grain.	Paille.	Total.
Carbone	46.10	96,96	143,06
Hydrogène	5,80	10,68	16,48
Oxygène	43,40	76,58	119,98
Azote	2,29	0,70	2,99
Acide sulfurique	0,02	0,14	0,16
— phosphorique	1,14	0,44	1,58
Chlore	traces	0,08	0,08
Chaux	0,07	1,18	1,25
Magnésie	0,39	0,68	1,07
Potasse	0,72	1,28	2,00
Soude	traces	0,04	0,04
Silice	0,03	9,42	9,45
Fer et alumine	0,00	0,14	0,14
Perte			1,72
			300,00

Tel est le résultat obtenu sur les blés récoltés près d'Haguenau, en Alsace; mais ces chiffres ne peuvent que donner une idée générale de la composition des froments, et ce n'est que quand les chimistes auront enfin comparé, avec autant de soin que l'a fait M. Boussingault, leurs analyses aux circonstances de la végétation, qu'on pourra juger de l'étendue des changements qui peuvent survenir dans les proportions d'éléments absorbés par les plantes.

M. Daubeny conclut de plusieurs analyses qu'il y a un rapport inverse entre la pesanteur spécifique du froment et la quantité de matières inorganiques qu'il renferme. Ainsi, du blé qui pesait 64 livres le bushel donnait 1,5 pour 100 de cendres, et cette quantité allait toujours en augmentant jusqu'au blé qui pesait 58 livres et qui donnait alors 1,75 de

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 329. Ce tableau est réduit à 100 du poids du grain.

cenores pour 100. Il résultait enfin de ces analyses que le blé froment enlevait au sol 1 livre par bushel (1k,237 par hectolitre) des éléments fixes contenus dans ses semences [1]. Dans l'analyse ci-dessus, nous trouvons que l'hectolitre pesant 79 kil., et 100 kil. de grain donnant 1k,577 de matières fixes, l'hectolitre en aurait donné 1k,246.

SECTION V. — *Poids du froment.*

Le poids d'un volume donné de grains de froment doit varier considérablement, puisqu'il dépend : 1° de la forme et de la grosseur des grains, et de l'espace vide laissé entre eux ; 2° de la pesanteur de chacun de ces grains qui tient à leurs parties constituantes sèches et à la quantité d'eau qu'ils peuvent renfermer. Ainsi, M. Loiseleur-Deslongchamps, dans son intéressant Mémoire sur les céréales, a cherché le poids de différentes variétés de froment, et a trouvé les résultats suivants :

Variétés.	Lieux des cultures.	Poids de 100 grains en grammes.	Nombre de grains dans un decilitre.	Poids calculé de l'hectolitre.
		grammes.		
1. Blé de Mongolie.		7,295	1150	83k892
2. Richelle blanche.	Paris.	6,604	1210	79,908
3. Blé de Saumur.	*Id.*	5,745	1346	77,327
4. Blé d'Odessa (blé meunier).	*Id.*	6,063	1348	81,729
5. Blé du Caucase.	*Id.*	5,578	1562	90,564
6. Blé blanc de mars.	*Id.*	5,371	1526	81,961
7. Richelle de mars.	*Id.*	5,001	1602	80,116
8. Blé blanc de Flandre. . . .	*Id.*	3,778	2170	81,982
9. Aubain d'Odessa.	*Id.*	3,674	2412	88,616
10. *Id.* de Taganrock. . .	*Id.*	3,462	2532	87,657
11. Blé tendre d'Odessa. . . .	*Id.*	2,716	2904	78,872
12. *Id.* dit de Galatz. . .	*Id.*	3,090	2920	90,228
13. Seisette rouge récoltée à. .	Toulon.	2,665	3880	103,402
14. Blé de Marianopoli rare de	Marseille.	2,175	4656	101,268

En ce qui concerne le poids, nous remarquons que l'ancien système des poids et mesures, qui avait été établi sur celui d'un

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, octobre 1845, p. 367.

grain de blé, fixait dans notre poids de marc le grain à 0gr,053, et par conséquent 100 grains à 5,3 ; nous trouvons que c'est à peu près celui du blé blanc de mars cultivé à Paris. Nous voyons ensuite combien diffèrent les variétés en volume et en pesanteur spécifique ; en volume, puisque le décilitre contient 4,656 grains de blé de Marianopoli et seulement 1,150 de blé de Mongolie ; nous voyons aussi que les vides laissés entre les grains diffèrent d'une variété à l'autre, à cause de la différence de leur figure, ce qui est démontré par la colonne qui indique le poids de l'hectolitre de chacune d'elles. On voit qu'à mesure que les grains sont plus petits, ils se casent mieux dans la mesure, et celle-ci augmente de poids ; les vides sont donc beaucoup moindres. Ainsi, pour les grains vendus à la mesure, il serait plus avantageux de cultiver les plus gros ; il vaudrait mieux cultiver les plus fins si on vendait au poids.

La densité, la nature des éléments compris dans la composition du grain, l'état d'humidité de ces éléments entrent aussi pour beaucoup dans le poids total. Les grains de blé sont plus pesants que l'eau, leur pesanteur spécifique est d'environ 1,3, celle de l'eau étant 1. Ainsi l'hectolitre de froment, sans vide, devrait peser 130 kilogr. ; quand il n'en pèse que 78, il est clair qu'il y a un vide qui représente les $\frac{52}{130}$ de la masse, ou 0,40. Si nous admettions, ce qui n'est pas, que cette pesanteur spécifique restât la même pour toutes les variétés, nous trouverions que la 3e, le blé de Saumur, présente 0,409 de vide, et la 13e, la seisette rouge récoltée à Toulon, seulement 0,209, ou la moitié de la précédente.

Il résulte de ce que nous venons de dire, qu'il n'y a qu'un moyen de s'assurer de la quantité réelle de grain que l'on achète, c'est de l'acheter au poids, après l'avoir desséché à une température de 120 degrés, jusqu'à ce qu'il cesse de perdre. Nous voyons en effet que 100 kilogr. de grains récolté en 1838, par M. Boussingault, se réduisaient à 85k,5 ; mais son

blé de la récolte de 1836 se réduisait seulement à 89k,5, tandis que celui qu'il avait recueilli dans un sol fortement fumé ne donnait plus que 83k,4. Ainsi le blé sec valant, par exemple, 25 fr. les 100 kilogr., le premier, réduit à 85k5, n'aurait valu que 21 fr. 37 c.; le second, réduit à 89k,5, aurait valu 22 fr. 37 c., tandis que le dernier, qui se réduisait à 83k,4, aurait été justement payé à 20 fr. 85 c.

SECTION VI. — *Farine et principes ternaires et quaternaires contenus dans le blé.*

La quantité de farine fournie par le froment n'est pas non plus la même pour un poids égal de toutes les variétés, pour tous les sols et pour tous les climats. Nous manquons de données suffisantes pour en faire l'appréciation exacte; nous savons seulement qu'en Angleterre Syrington obtenait 78 kilogr. de farine pour 100 de froment; en Allemagne, Loger, 83, et en Lorraine, Mathieu de Dombasle, 85k5. Le produit est souvent de 20 à 22 pour cent du poids du blé. En opérant dans son laboratoire, M. Boussingault avait obtenu 38,50 de son du blé ordinaire, et 16 à 15 pour cent du froment fin de Roussillon (probablement seisette). En opérant sur 21 espèces (excluant les épeautres), il avait une moyenne de 21 pour 100. La meunerie ne serait donc pas loin de retirer du blé la quantité réelle de farine qu'il contient.

Les farines elles-mêmes sont loin d'avoir une composition toujours identique. Celle-ci varie selon les variétés, les terrains, les engrais, etc. On sait que les substances que contient la farine sont : 1° le gluten; 2° l'albumine (ces deux substances ayant une dose d'azote à peu près la même); 3° l'amidon; 4° la dextrine; 5° le sucre; 6° les matières grasses; 7° des matières minérales (ces dernières substances non azotées). M. Rossigneu a fait l'analyse de plusieurs espèces de grains; en voici le tableau :

Variétés.	Gluten.	Albumine.	Total des matières azotées.	Azote.	Amidon et cellulose.	Dextrine.	Sucre.	Graisse.	Matières minérales.
1. Blé de Mongolie. . .	19,00	1,50	20,50	3,28	79,0	0,50	»	»	$\frac{2}{1000}$
2. Blé de Miracle. . . .	17,50	1,50	19,00	3,04	80,0	0,25	»	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
3. Poulard carré de Taganrock.	17,50	1,00	18,50	2,96	80,0	»	»	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
4. Marianopoli de Marseille.	17,00	4.00	21,00	3,36	78,0	»	$\frac{8}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{2}{1000}$
5. Seisette de Provence.	17,00	2,00	19,00	3,04	80,0	»	$\frac{8}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{2}{1000}$
6. Richelle d'hiver de Grignon.	16,75	1,25	18,00	2,88	80,0	0,25	$\frac{9}{1000}$	»	$\frac{1}{1000}$
7. Richelle de mars de Grignon.	16,50	1,00	17,50	2,80	81,0	0,25	$\frac{7}{1000}$	»	$\frac{2}{1000}$
8. Poulard blanc velu de Dreux.	16,50	1,50	18,00	2,88	80,0	0,50	»	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
9. Blé d'hiver, dit d'Essex, de Paris. . . .	14,00	1,00	15,00	2,40	81,0	0,25	»	$\frac{2}{1000}$	$\frac{2}{1000}$
10. Blé commun de Dreux.	13,50	1,00	14,50	2,32	84,0	0,50	$\frac{7}{1000}$	»	$\frac{2}{1000}$
11. Blé venu de Portugal.	13,00	1,00	14,00	2,25	84,0	»	»	$\frac{1}{1000}$	$\frac{2}{1000}$
12. Blé d'hiver récolté en Angleterre.	11,00	2,00	13,00	2,08	86,0	0,50	traces	»	$\frac{1}{1000}$
13. Blé blanc récolté en Écosse.	9,00	3,00	12,00	1,92	87,5	0,50	$\frac{7}{1000}$	»	$\frac{1}{1000}$
14. Blé carré de Sicile. .	18,50	0,25	18,75	3,00	80,0	0,25	»	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
15. Blé du Caucase récolté à Paris. . . .	18,00	0,50	18,50	2,96	80,5	0,25	»	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
16. Seisette de Provence, de Sault.	17,50	1,00	18,50	2,96	80,0	0,25	»	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
17. Poulard carré blanc (Sainte-Hélène). . .	17,00	1,00	18,00	2,88	80,0	0,50	$\frac{1}{8}$	$\frac{8}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
18. Blé blanc (Fellenbyl), à Paris.	17,00	1,50	18,50	2,96	80,0	0,25	»	$\frac{1}{1000}$	$\frac{2}{1000}$
19. Blé de mars de Châlons.	17,00	0,50	17,50	2,80	81,0	0,50	»	»	$\frac{1}{1000}$
20. Blé de mars de Saint-Lô.	26,50	1,00	17,50	2,80	81,0	0,50	»	»	$\frac{1}{1000}$
21. Blé blanc de Flandre, récolté à Toulon. .	16,00	0,50	16,50	2,64	82,0	»	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
22. Blé d'Odessa (meunier), à Toulon. . .	16,00	0,25	16,25	2,60	81,5	»	»	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
23. Blé du Bengale, à Paris.	15,50	1,50	17,00	2,62	82,0	»	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$
24. Blé de Saumur. . .	15,00	0,50	15,50	2,18	83,5	0,25	»	»	$\frac{1}{1000}$
25. Blé blanc de Flandre, à Paris.	14,00	0,50	14,50	2,32	84,0	0,16	»	»	$\frac{2}{1000}$

M. Boussingault expérimentant, non plus sur les grains entiers, mais sur la farine, a trouvé que le blé le plus riche lui donnait 4,25 d'azote pour 100 ; c'était une aubaine d'Afrique ; le blé le moins riche, 2,92 ; c'était un blé d'hiver commun[1] ; ces chiffres s'accordent avec ceux de M. Rossigneu.

Ainsi la quantité de matière azotée peut descendre de 20,5 à 12, et le complément de ce chiffre donne à peu près l'amidon, car on voit que la masse des autres composés est presque insensible ; mais l'amidon et la cellulose peuvent être fournis à bon marché par d'autres plantes ; on prépare, par exemple, les pommes de terre en ce moment de manière à les faire entrer dans la panification sans altérer les qualités apparentes du pain. Or, le prix moyen de la pomme de terre au blé étant de 12 à 100, et dans leur état de dessiccation complet de 48 : 100, nous pourrions, avec du blé n° 1 du tableau et de la farine de pomme de terre, composer le mélange suivant :

			Valeur.
100k de blé possèdent.	20,50	de matières azotées.	100
100 de pommes de terre	9,25	— —	48
200	29,75		148

Ainsi l'on aurait 100 kilogr. de mélange pour 74, les trois quarts à peu près de la valeur du blé, et ce mélange contiendrait plus de substance nutritive azotée que le blé n° 13, recueilli en Écosse.

Cherchons maintenant à déterminer, d'après le prix relatif du blé et de la pomme de terre, la valeur des substances carbonées azotées ; prenons pour le dosage du blé celui qui, récolté aux environs de Paris et dont nous connaissons le prix moyen, contient, à l'état sec, 2,29 pour 100 d'azote, et qui possède par conséquent 14,3 de matière azotée sur 100 kilogr. de blé desséché à 140° (le gluten et l'albumine contiennent environ 16 pour 100 d'azote) ; prenons pour les pommes de terre le

(1) *Économie rurale*, t. Ier, p. 460.

dosage de l'azote des pommes de terre de la même localité qui, à l'état sec, contiennent 1,5 pour 100 d'azote, et par conséquent 9,25 pour 100 de substances azotées, nous aurons les deux équations suivantes, appelant x les substances azotées et y les substances carbonées :

$14,3\,x + 86,7\,y = 100$, et $9,2\,x + 90,8\,y = 48$; d'où nous tirons $x = 3,52$ et $y = 0,466$. Voilà ce que l'expérience des consommateurs nous apprend sur la valeur relative de ces deux ordres de substances.

D'après ces données, il sera toujours possible de trouver le prix réel d'une substance alimentaire. Par exemple, voici comme nous opérerions sur le froment : ayant pris une quantité de 100 grammes de blé dans son état normal, nous le ferions dessécher complétement à la température de 140° (le bain d'huile); nous supposons qu'elle se réduise à 90 grammes. Nous pouvons alors employer deux méthodes.

1° La première est de déterminer l'azote par le moyen de l'analyse. Après l'avoir desséché, si nous obtenons, par exemple, 2,96 d'azote, nous trouvons qu'il contient 18,5 pour 100 de substance azotée, et par conséquent 81,5 de substance carbonée. Son prix relatif sera donc exprimé par $18,5 \times 3,52 + 81,5 \times 0,466 = 103,10$. Ainsi 100 kilogr. de ce froment vaudraient 103 kilogr. du blé normal de la halle de Paris, pris pour type, l'un et l'autre à l'état de siccité.

2° La seconde méthode n'exige point d'appareil chimique, mais est plus longue et plus compliquée. Nous prenons 100 grammes de blé que nous desséchons, que nous broyons bien exactement dans un mortier; nous en faisons une pâte que l'on soumet à l'action d'un mince filet d'eau, en ne cessant de le pétrir dans les mains. L'eau entraîne l'amidon et l'albumine, les parties ligneuses surnagent; le gluten est la matière grisâtre qui ne peut être dissoute. On enlève la partie de cellulose surnageant, et l'amidon se dépose par le repos au fond

de l'eau ; en faisant bouillir l'eau éclaircie, l'albumine apparaît sous la forme d'écume blanche ; on dessèche et l'on pèse ces différentes parties : on a alors le poids réel des composants du blé.

Si nous avions ainsi obtenu 18,5 de substances azotées et 81,5 de substances non azotées, nous arriverions au résultat énoncé ci-dessus.

3º Un troisième moyen, plus facile que les autres, consisterait à traiter le blé broyé par la diastase, dont une seule partie, ajoutée à la farine délayée et chauffée à 60º pour accélérer l'action, suffit pour dissoudre tout l'amidon, ne laissant ainsi intactes que les substances azotées. On emploiera de préférence la diastase préparée ; mais dans le cas où l'on n'en aurait pas sous la main, on l'obtient en broyant de l'orge germée dans un mortier, humectant la poudre, en faisant une pâte qu'on soumet à la presse et filtrant le liquide obtenu ; le liquide contient une quantité suffisante de diastase pour effectuer l'opération.

SECTION VII. — *Rendement du blé.*

On a souvent donné le tableau de récoltes obtenues dans les différents pays de l'Europe. Les chiffres qui y sont portés sont bien plutôt une indication de l'état où s'y trouve l'agriculture que la mesure de ce qu'on pourrait obtenir du climat et du terrain avec les soins convenables. Nous en avons sous les yeux une preuve frappante. Il y a vingt ans à peine, on croyait avoir une bonne récolte, dans les environs d'Orange, quand on obtenait douze à quatorze hectolitres de blé par hectare ; aujourd'hui, ce produit est devenu le minimum de ce que l'on attend, et l'on obtient fréquemment vingt et vingt-cinq hectolitres dans les terres soignées. Le climat et le sol n'ont pas changé, mais de meilleures pratiques ont été introduites avec

la culture de la garance; des labours profonds ont été donnés, l'on a appris tout ce que l'on pouvait attendre des engrais. Cette métamorphose, qui a eu lieu dans un espace de temps si court, nous semble résoudre la question. Les tableaux dont nous avons parlé sont donc seulement des tableaux statistiques, et non des indications des moyennes climatologiques, encore moins des nombres absolus de ce que l'on peut attendre d'une culture intelligente; néanmoins il est intéressant de les connaître:

	Produit moyen par hectare.	Produit maximum.	
	lit.	lit.	
Allemagne . . . . . . 1,710 à	1,920	3,630	Bürger.
Lombardie : terres arrosées.	2,210		*Ibid.*
— terres sèches.	1,390		*Ibid.*
Angleterre : milieu du XVIIIe siècle.	1,950		Arthur Young.
Flandre.	2,520		Schwerz.
États-Unis : terres riches à l'est des Alleghani.	3,080		Boussingault.
États-Unis : terres médiocres.	870		Boussingault.
Mississipi : terres riches. . .	3,860		Boussingault.
— terres médiocres.	2,410		Boussingault.
Venezuela : vallée d'Aragua.	3,850		Boussingault.
— climats tempérés.	1,230		Boussingault.
France : Seine.	2,200		Dailly.
— Nord.	2,000		Statistique officielle.
— Alsace.	1,950		Statistique officielle.
— Départ. minimum. .	400		Statistique officielle.
Moyenne de la France. . . .	1,140		Statistique officielle.

Si tous ces chiffres représentaient réellement des moyennes, ils présenteraient le tableau des effets combinés de la culture, des terrains et des climats; mais rien ne serait plus trompeur qu'une conclusion absolue. Par exemple, le nombre donné par Bürger, pour l'Allemagne, est évidemment trop élevé. Il a été formé sur des données prises sur les domaines les plus avancés et dans des pays où l'on fait abstraction des terres pauvres. Le résultat de Schwerz n'est qu'une moyenne arithmétique entre le plus fort et le plus faible rendement; car c'est ainsi qu'il procède

pour la France, en lui attribuant un rendement moyen de 900 litres. Pour arriver à ce chiffre moyen de 1140, nous avons additionné le rendement de chaque département, et nous avons divisé la somme par le nombre de départements. Est-il plus exact pour cela? non certes; car nous savons de quelle manière s'obtiennent les chiffres de nos statistiques officielles.

Si l'on admettait notre chiffre, il en résulterait que l'atmosphère, comme nous l'avons déjà établi, fournissant tous les deux ans la quantité d'azote susceptible de produire 750 litres de froment, les engrais mis en terre représenteraient, en France, la dose d'azote nécessaire pour produire 390 litres de froment, ou 8^k,6, provenant de 2,150 kilogr. de fumier de ferme portés tous les deux ans sur un hectare; et si nous supposions que chaque tête de bétail consommât en moyenne 12 kilogr. de foin par jour, ou 4,380 kilogr., donnant 8,760 kilogr. de fumier, nous trouverions qu'il y a moins d'une tête de bétail pour 4 hectares en culture de blé, ou moins d'une pour 8 hectares en culture de jachère. Or, la France contient l'équivalent de 14 millions de têtes de gros bétail pour 25 millions d'hectares cultivés[1], ou 0,56 têtes par hectare, tandis que notre calcul ne lui en donnerait que 0,125; c'est que les prairies, les jardins, les chènevières, les maïs, les betteraves à sucre, les plantes oléagineuses, le tabac, reçoivent la majeure partie des engrais dont les céréales sont trop souvent privées; c'est encore que la quantité de fumier que produit le bétail doit être réduite de plus de moitié, parce que les bestiaux ne consomment pas leur nourriture à l'étable, mais sur des pâturages, et que leur nourriture d'hiver est loin de s'élever à la dose de fourrage que nous avons indiquée plus haut.

Nous avons dit, en traitant des fumures, qu'une riche culture était celle qui appliquait à chaque plante la somme d'en-

(1) Royer, *Statistique agricole de la France*, p. 117.

grais susceptible de lui faire produire le maximum de récolte. Il est donc du plus haut intérêt de connaître les limites de la production du froment. Ecartons d'abord toutes les données qui reposent sur des cultures de plantes isolées; n'acceptons que les rendements qui sont le résultat de cultures étendues.

Si l'on semait le grain aussi épais en Californie qu'en Europe, nous ne pourrions assez nous étonner de voir qu'il y produit 110 pour 1, c'est-à-dire qu'il donnait 220 hectolitres par hectare, au rapport de M. Duflot de Mofras, dans les bonnes terres et dans les mauvaises, 30 ou 40 pour 1, c'est-à-dire 60 à 80 hectolitres. Une récolte authentique est celle de M. Gilly, prés d'Uzès (Gard), qui a obtenu 72 hectolitres par hectare; mais c'était avec des soins extraordinaires, en fumant beaucoup, en répandant de la poudrette au pied de chaque plante qui paraissait en arrière des autres. Des récoltes de 42 hectolitres se représentent assez souvent dans les très bonnes cultures, mais cependant ce sont encore des exceptions; celles de 30 à 32 hectolitres sur des terres qui possèdent un excédant de fumier sont des récoltes plus fréquentes, et c'est à celle-ci qu'il faut atteindre; on peut même espérer de plus forts rendements avec les poulards; mais pour le faire habituellement, il faut viser plus haut et calculer sur le rendement maximum exceptionnel qui se représente assez souvent dans notre patrie, celui de 40 hectolitres, au moins 3,000 kilogr. de froment par hectare. Nous allons examiner, dans les articles suivants, ce qu'il faut faire pour cela, sous le rapport des engrais et sous celui des cultures.

Section VIII. — *De la nature du sol propre au froment.*

La condition indispensable pour la réussite de la culture du froment, c'est qu'il trouve dans le sol les éléments nécessaires à sa végétation et à son développement, et en premier lieu,

l'humidité convenable et non surabondante jusqu'au moment de sa fructification. Si l'eau est en défaut, les principes nutritifs ne sont pas dissous et ne pourraient être absorbés par la plante, les feuilles cessent d'évaporer, et le mouvement ascensionnel de la séve ne pourra avoir lieu; si elle est excédante, il y aura afflux d'une séve aqueuse, ses principes seront peu concentrés, l'évaporation sera excessive, les organes de la plante seront infiltrés, mous, sans ressort, et manqueront de parties solides; la végétation herbacée aura lieu aux dépens de la fructification. Comme le froment est une des plantes les plus tardives à mûrir, que sa végétation empiète sur l'été météorologique (commençant le 1er juin), il exige dans les différents climats des terrains qui puissent lui fournir régulièrement la dose de liquide suffisante pour l'accomplissement de ses fonctions. Cette possibilité est la principale indication de la nature des terres propres au froment. Toutes celles qui retiennent plus de 0,20 d'eau ou qui, quinze jours avant la moisson, cessent d'en retenir la quantité minimum de 0^m,10 à 0^m,33 de profondeur, sont impropres à cette culture. Ce principe exclut dans les régions pluvieuses les glaises tenaces, les argiles, comme aussi dans les pays secs les terrains sablonneux ou trop fortement calcaires, à moins que, dans ce dernier cas, ils ne soient naturellement frais, ou qu'ils puissent être arrosés; cette nécessité d'une juste proportion d'eau explique comment les terrains siliceux peuvent porter du froment en Angleterre, et pourquoi les terres argilo-calcaires et argileuses sont les plus propres à sa culture dans le midi. On fait violence à la nature en négligeant cette étude des convenances des terrains. Sans doute on réussit quelquefois, parce que les années n'ont pas toutes le même caractère météorologique, mais les mécomptes sont fréquents, et si l'on calcule bien, on trouve qu'il aurait été plus avantageux de ne pas détourner les terres de leur destination propre; de faire

produire de l'herbe aux terrains trop aqueux que l'on ne peut dessécher; de faire produire des plantes qui mûrissent de bonne heure et des arbres qui s'enracinent profondément aux terrains secs que l'on ne peut arroser.

Il faut ensuite que le froment trouve dans le sol les éléments minéraux et organiques propres à entrer dans son organisation. Quant à ces derniers, qui sont consommés en petite dose et sont très solubles, il faut se résigner à les fournir aux plantes au moyen des engrais, si l'on veut obtenir de pleines récoltes; mais il est très important que les éléments fixes, tels que la chaux, la magnésie, la silice à l'état gélatineux, le fer, les phosphates, les alcalis, etc., se trouvent naturellement dans le sol, car le transport de plusieurs d'entre eux peut entraîner dans des dépenses considérables. Ainsi, quoique le froment absorbe peu de chaux (2k,179 pour 100 de grains secs), cependant cette substance lui est si nécessaire que les terrains glaiseux et siliceux ne donnent de pleines récoltes qu'au moyen de chaulage ou de marnage, et l'on sait que ces opérations sont coûteuses.

Les terrains siliceux fortement calcaires renferment en général assez peu de potasse; certains terrains argileux et lavés par les eaux en contiennent peu aussi; là le froment ne réussit qu'à l'aide d'engrais qui lui apportent ce principe. On dit souvent que telle terre est plus reconnaissante qu'une autre aux fumures; c'est qu'il lui manque un élément essentiel, et qu'elle est disposée à produire dès qu'on le lui fournit. La potasse est un des plus importants et l'un de ceux qui manquent le plus souvent; elle est remplacée jusqu'à un certain point par la soude, mais il faut toujours s'assurer que le sol et les engrais en contiennent une quantité suffisante, et à défaut, leur fournir le supplément.

Quant aux propriétés physiques des sols, le blé redoute ceux qui sont trop poreux, sujets à s'affaisser; ceux qui, dans leur

état naturel, ont une trop faible pesanteur, que nous avons appelée *poids d'une masse de terre*[1], ce qui, comme nous l'avons dit, n'est pas leur pesanteur spécifique, mais la pesanteur d'un volume de terre pris dans l'état où il se trouve habituellement. La semence y est entraînée trop profondément par les pluies, es plantes y sont claires, elles n'y ont pas une forme ténue. Aussi rarement obtient-on une bonne récolte après des défrichements profonds; il faut attendre que la terre soit assez raffermie, et débuter par une plante qui craigne moins ces ébranlements; les glaises inconsistantes, les calcaires offrent surtout cet inconvénient; elles ont d'ailleurs le défaut de déchausser par les gelées superficielles, et de devenir ensuite si pulvérulentes qu'elles sont emportées par les vents de manière à laisser les racines du froment à découvert.

SECTION IX. — *Les engrais, leur qualité.*

En comparant la composition du sol à celle de la plante, on a une indication exacte de ce qui peut lui manquer et de ce qu'il faut lui donner pour que la végétation se fasse régulièrement et dans les meilleures conditions. Les fumiers de ferme ne contiennent tous les éléments nécessaires qu'autant que les animaux ont pu les recueillir en consommant les fourrages. Il se peut donc bien que, malgré leur composition compliquée, ils manquent de quelqu'un d'entre eux, et l'on fait un cercle vicieux en croyant que les fumiers restitueront à la terre ce qu'ils ne lui ont pas emprunté.

Nous donnerons pour exemple de la manière de procéder l'analyse déjà citée[2] du fumier de la ferme de Bechelbronn, en la comparant à celle du froment; nous partirons de la

(1) Tome Ier, 2e édition, p. 139.
(2) *Ibid.*, p. 599.

quantité d'azote nécessaire pour alimenter 100 kilogr. de froment sec avec sa paille (3,00 d'azote), et nous verrons de quelle manière les autres éléments de cet engrais correspondent à ceux du froment ; il faut 750 kilogr. de ce fumier pour obtenir cette doze de 3 kilogr. d'azote.

	Fumier de Bechelbronn par 750 kil.	Froment de Bechelbronn. 100 k. sec et 200 de paille sèche.	Différence.
Eau.	594^{k}75		
Carbone.	55,50	133,36	+ 77,86
Hydrogène.	6,75	17,59	+ 10,84
Oxygène.	39,75	127,96	+ 88,21
Azote.	3,00	3,00	0,00
Acide carbonique. . .	1,00	0,00	— 1,00
— phosphorique. .	1,51	1,62	+ 0,11
— sulfurique. . . .	0,95	0,17	— 0,78
Chlore.	0,30	0,09	— 0,21
Silice.	33.37	10,29	— 23,08
Chaux.	4,32	1,36	— 3,00
Magnésie.	1,81	1,13	— 0,68
Oxyde de fer, alumine.	3,07	0,15	— 2,92
Potasse et soude. . . .	3,92	2,15	— 1.77
	750,00		

Nous voyons, par cette comparaison, que le blé a dû prendre à d'autres sources que l'engrais un supplément de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'acide phosphorique, tandis que l'engrais lui fournit en surabondance tous les autres matériaux. L'atmosphère et l'eau suffisent pour donner le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, mais c'est dans le sol qu'il a dû trouver l'acide phosphorique excédant.

Les engrais trop faciles à décomposer, dont on n'a pas fixé l'ammoniaque en le transformant en sulfate d'ammoniaque, comme nous l'avons enseigné plus haut[1], tendent à augmenter la production des parties herbacées de la plante dans une proportion plus forte que celle du grain, ainsi que nous l'avons vu[2]; d'un autre côté, les engrais riches en azote provoquent

(1) Tome Ier, 2e édition.
(2) *Ibid.*, p. 547.

une plus forte création de gluten et augmentent par conséquent la valeur du produit; c'est ce qui est constaté par les expériences d'Hermbstaedt qui, ayant fumé des espaces égaux d'un même terrain, avec une quantité égale de différents fumiers ramenés par le calcul à l'état de dessiccation complète, trouva que les grains de froment récoltés contenaient les proportions suivantes de gluten et d'amidon :

	Gluten.	Amidon.
1° Fumé avec de l'urine humaine.	35,1	39,3
2° — avec du sang de bœuf.	34,2	41,3
3° — avec des excréments humains. .	33,1	41,4
4° — — — de mouton. .	22,9	42,8
5° — — — de chèvre. .	32,9	42,4
6° — — — de cheval. .	13,7	61,6
7° — — — de pigeon. .	12,2	63,2
8° — — — de vache. .	12,0	62,3
9° Sol non fumé	9,2	66,7

On voit combien les engrais riches ont augmenté la quantité ordinaire de gluten, si on compare ces résultats à ceux de l'analyse des variétés cultivées d'ailleurs dans des terrains peu fumés.

Il y a pourtant ici une anomalie, c'est celle que présente la colombine, fumier fortement azoté, et qui, dans ces expériences, a agi comme un engrais qui l'aurait été fort peu.

Nous renvoyons, au reste, à ce que nous avons dit plus haut, page 402 et suiv., sur les préparations à donner aux engrais pour compléter leurs éléments quand on connaît la composition du sol, celle de l'engrais employé et celle de la plante cultivée. Avec de l'habileté et de l'esprit d'observation, on remédie sans doute au mal en agissant par tâtonnement; mais les agriculteurs devraient aussi se persuader un peu que l'analyse peut les préserver des erreurs, et que de même que dans les grandes manufactures on s'est aperçu du besoin d'éclairer sa marche au flambeau de la science, que c'est seulement de cette manière qu'elles sont parvenues à prévenir le

mécompte et à lutter contre leurs rivales; de même l'agriculture ne surmontera ses difficultés et ne parviendra à un état florissant qu'en adoptant les mêmes moyens.

SECTION X. — *Aliquote de l'engrais absorbé par le blé.*

Si les plantes s'emparaient, pendant leur végétation, de la totalité des engrais contenus dans le sol, rien ne serait plus facile que de déterminer la dose de fumure qui doit être attribuée à chaque récolte; mais comme selon leur nature propre et l'activité de leurs propriétés absorbantes et assimilatrices, comme selon la nature de l'engrais et sa facilité à se décomposer, l'aliquote absorbée varie considérablement, une des questions principales de la culture, une de celles qui a le plus d'importance pratique, est la détermination de cette aliquote. Thaër supposait, d'après ses observations [1], que le froment s'empare des 0,40 des substances fertilisantes que contient le sol dans lequel il est cultivé. Il était parvenu à ce résultat par des tâtonnements divers, mais surtout par cette considération qu'une récolte de blé de printemps, après une récolte de blé d'hiver, était à celle-ci dans le rapport de 24 à 40; mais, pensait-il, la terre n'est pas absolument épuisée après ces deux récoltes, et si on ne fume pas après une jachère, on obtient une récolte de 18. Ainsi, de 100 ôtant 40, il nous reste 60; et 24 sont les 0,40 de 60, comme 60 sont les 0,40 de 100; si ensuite de 60 on ôte 24, il reste 36; la récolte après jachère devrait être seulement de 14,4, elle est de 18; la jachère avait donc restitué à la terre 3,6 des sucs nutritifs perdus par les récoltes précédentes.

Les expériences faites à la Mautorone [2] nous permettent

(1) § 258.
(2) Tome Ier, 2e édition, p. 517.

d'approcher de la vérité. La terre produisait sans fumure 872 k. de blé qui, avec la paille, emportaient $22^k,84$ d'azote; avec 25,000 kil. de fumier de ferme dosant 100 kil. d'azote, elle produisait 1,404 kil. de blé qui, avec sa paille, soutirait $36^k,78$ d'azote.

Appelant x la fertilité naturelle de la terre, celle qu'elle avait au moment de la récolte, et y l'aliquote de fertilité puisée dans le sol par la récolte, nous avons ces deux équations :

$$\frac{x}{y} = 22,84 \text{ et } \frac{x + 100}{y} = 36,78 ;$$

d'où nous tirons $x = 163,76$ et $y = 7,17$. Ainsi la terre possédait une fertilité qui pourrait être évaluée à $163^k,76$ d'azote, sur laquelle la récolte a prélevé le septième seulement, savoir : $22^k,84$ d'azote dans le premier cas et $36^k,78$ dans le second.

La fumure de 500 kil. de guano, qui est celle qui a produit le plus d'effet relatif, donnait 70 kil. d'azote qui, avec la fertilité naturelle du terrain, l'élevait à $154^k,7$. La récolte a été de 1,222 kil. de blé dosant $23^k,95$, et 4,150 kil. de paille dosant $10^k,79$. Total : $34^k,74$. L'aliquote perçue par la récolte est de

$$\frac{1}{5,8} \text{ ou } 0,17.$$

Avec un engrais plus riche et plus soluble, l'aliquote s'est un peu élevée. Le tourteau de colza à la dose de 1,000 kil. dosant 49,30 ayant produit une récolte de 1,831 kil. de blé dosant, avec sa paille, 42,51 d'azote, son aliquote est

$$\frac{1}{2,9} = 0,34.$$

A la ferme modèle de Rennes, la récolte sans engrais s'est élevée à 2,400 kil. de froment qui, avec sa paille, dosait 62,88 d'azote. Le terrain était donc déjà fort riche. Avec 10,000 kil. de guano dosant 140 kil. d'azote, ce produit a été

de 4,080 kil. de blé dosant, avec sa paille, 106k,00 d'azote.

Ici la fertilité de la terre $x = 201$, et l'aliquote

$$y = \frac{1}{3,2} = 0,31$$

Voilà ce qu'on a obtenu dans un climat plus favorable.

Dans la même saison et avec des engrais différents, la récolte est en Provence, pour le guano, 0,17; pour le fumier de ferme, 0,14; pour le tourteau de colza, 0,34. Mais d'autres saisons auraient pu changer la proportion entre ces engrais; une saison sèche était évidemment défavorable au fumier de ferme, qui se décomposait trop lentement, et probablement au guano, très sujet à s'évaporer.

Pour la même espèce d'engrais, l'aliquote de la récolte augmente jusqu'à ce qu'on soit arrivé au point où la plante ne peut pas le mettre aussi utilement à profit. Voyons, par exemple, ce qui se passe pour le guano et le tourteau.

	Fertilité actuelle du terrain. Azote.	Azote de l'engrais.	Total de la fertilité.	Aliquote des récoltes.
A RENNES.				
250k de guano.	201k	35k	172k	0,30
500 —	201	70	207	0,21
1,000 —	201	140	277	0,31
A LA MONTAURONE.				
500 de guano.	132	70	202	0,14
600	132	84	216	0,16
700	132	98	230	0,15
800	132	112	244	0,16
900	132	120	252	0,16
1,000	132	140	272	0,19
500 de tourteau de colza. .	132	21,60	153,60	0,21
750 — —	132	36,75	168,75	0,21
1,000 — —	132	49,30	171,30	0,24
500 de tourteau de sésame .	132	33,95	165,95	0,29
750 — —	132	50,92	182,92	0,23
1,000 — —	132	67,99	199,99	0,24

Ainsi, l'aliquote moyenne, à Rennes, était de 0,29; en Provence, de 0,20.

Observons cependant que l'aliquote est toujours prise sur

l'azote total du grain et de la paille réunis, et que quand le grain s'abaisse au-dessous du produit indiqué par l'équivalent, la quantité de paille augmente dans le même rapport, comme on le peut voir à notre premier volume, deuxième édition, pages 546 et 547.

Remarquons que les données de Rennes sont loin de justifier l'aperçu de Thaër, qui admettait l'aliquote de 0,40. Les saisons sèches du midi abaissent l'aliquote du nord, qui ne se réalise complétement que dans les terrains arrosés. Dans les autres il sera toujours prudent de supposer une aliquote moins forte, par conséquent d'augmenter la dose de fumure. C'est ainsi qu'avec une bonne culture nous avons pris pour règle, dans le midi, de ne pas porter l'aliquote à plus de 0,20 pour les terres sèches. Si la dose d'engrais, ainsi augmentée, ne profite pas à une première récolte, ce ne sera qu'une avance faite aux récoltes suivantes, surtout si l'engrais est préparé de manière à en fixer les gaz et à échapper ainsi aux déperditions qui pourraient avoir lieu dans l'intervalle.

On conçoit, du reste, que plus l'aliquote d'engrais pris par la plante est faible, plus il faut augmenter la fumure, et par conséquent l'avance d'engrais, et plus aussi la culture devient désavantageuse. Ainsi, d'après les données que nous venons d'obtenir, on voit qu'à Rennes, pour obtenir 100 kil. de blé, il faudra donner à la terre un engrais qui aura la teneur en azote de

$$\frac{100 \times 2,62}{0,29} = 9^{k},03,$$

et en Provence de

$$\frac{100 \times 2,62}{0,20} = 13^{k},10.$$

La consommation de l'engrais sera la même dans les deux cas; mais dans le second, on aura fait une avance en plus de $3^{k},75$ d'azote par 100 kil. de blé, avance qui serait plus ou

moins fortement compromise, surtout si l'engrais n'avait pas été préparé de manière à prévenir l'évaporation des gaz ammoniacaux.

Section XI. — *Sympathie et antipathie du froment.*

Les cultures de froment réussissent mieux après certaines cultures qu'après d'autres. Ce phénomène dépend de deux causes principales : 1o la plante qui a précédé le froment s'est emparée d'une trop forte dose des éléments dont celui-ci a besoin. Cela arrive surtout quand on sème sans fumer de nouveau et sur les résidus d'engrais des récoltes précédentes; car dans une culture soignée et éclairée par la science où l'on a dû tenir compte de cette soustraction et la réparer par l'addition intelligente des éléments soustraits au sol, cet inconvénient ne doit pas arriver. Ainsi les plantes qui consomment une grande quantité de nourriture azotée laissent la terre appauvrie et peu propre à produire des grains; tels sont le tabac, le maïs fourrage, les betteraves, la garance, le chanvre, etc.

Après une récolte abondante de pommes de terre, de topinambours, de fèves, etc., le froment peut trouver la terre trop appauvrie de potasse, quoique renfermant une dose d'azote suffisante pour le grain, surtout si on a enlevé les tiges. Il faut alors suppléer à cet appauvrissement par les engrais alcalins, et surtout par les cendres qui rétablissent le terrain ; c'est par le même motif que le froment succède difficilement au froment si les terres ne sont pas abondamment pourvues de principes fertilisants, quoique cette succession ait lieu sans inconvénient quand les principes restent en quantité suffisante.

2o Mais la cause principale des prétendues antipathies du froment pour certaines plantes, antipathies qu'on remarque même dans les terres les plus riches, c'est l'état physique où elles se trouvent après la récolte. Si, par exemple, cette ré-

colte est tardive, comme quand le froment d'hiver succède aux betteraves, la terre est mal ameublie, un grand nombre de mottes la tiennent soulevée, y forment des vides dans lesquels les racines du froment ne peuvent trouver d'appui. Il en est de même pour les pommes de terre tardives et pour le maïs à la limite de la région de cette plante, tandis qu'après la récolte des pois et des fèves, qui a lieu à la fin du printemps, on a pu donner plusieurs cultures préparatoires qui ont ameubli le sol, et l'ont exposé à l'action du soleil et des météores. Quand on défrich et rop tard les trèfles et les luzernes, on tombe dans le même inconvénient, et les effets de l'antipathie se montrent, quoique ces plantes passent pour être très sympathiques au blé. Après le défoncement des garances, le sol est au contraire trop ameubli, trop soulevé, et s'il n'a pas eu lieu d'assez bonne heure pour que le terrain se soit rassis par l'effet des pluies, la culture du froment réussit mal. Pour faire cesser ces antipathies, il faut donc combiner les récoltes de manière à ce que les cultures précèdent d'un certain temps le semis du blé; en cas contraire, celui-ci est antipathique non à la plante qui l'a précédé, mais au mauvais état de la terre.

SECTION XII. — *Choix des variétés de froment.*

Chaque pays a sa variété favorite de froment; on la sème partout, dans tous les genres de terrain, dans toutes les conditions de fertilité. Quelle que soit la cause qui a déterminé le premier choix, la variété adoptée a pris à la longue des habitudes analogues aux circonstances dans lesquelles elle était placée, une moyenne de rendement résultant de la moyenne des propriétés diverses des terres de la contrée. Cela est si vrai, que si on y introduit d'autres variétés, elles montent ou descendent, au bout de peu d'années, au degré de produit de la variété ancienne. En serait-il de même si celle-ci avait été

moins généralisée, si on avait adopté pour chaque nature de terrain la variété la plus convenable, celle qui y parviendrait le plus souvent à son maximum de produit? Il est évident qu'alors chacune d'elles se serait moins écartée de son type primitif; que le terrain riche n'aurait pas été obligé de subir la réduction de récolte résultant d'une semence appauvrie de longue main; que le terrain pauvre ne serait pas condamné à nourrir des plantes qui n'y trouvent qu'avec peine leur nourriture. C'est le choix des variétés convenables à chaque terrain qu'il faut étudier si on veut porter le produit des froments au plus haut degré possible.

Mais il existe une raison puissante qui maintient les cultivateurs dans la routine et les empêche de faire ce choix raisonné; c'est la défiance des consommateurs contre tous les produits nouveaux. Excepté dans les lieux où d'habiles fabricants de farine savent apprécier la qualité des grains, il n'est pas rare que le meilleur blé, qu'on ne connaît pas par expérience, se vende moins que celui auquel on est habitué. Nous avons vu cependant s'accomplir sous nos yeux des changements bien tranchés dans la culture des froments. C'est ainsi que les blés tendres ont été si complétement substitués aux blés durs, dans le sud-est de la France, que ceux-ci tendent à disparaître tout à fait.

Par cela même que les variétés conservent, pendant plusieurs générations, les dispositions qu'elles avaient acquises, on trouve de l'avantage à cultiver celle qui, de longue main, provient de terrains plus fertiles et plus propres à la culture du blé. Surtout quand on cultive dans de bonnes conditions, il vaut mieux prendre, dès l'abord, des variétés ennoblies, plutôt que d'être exposé à faire leur éducation; mais comme on peut se tromper dans ce choix et les transporter sur des terrains qui ne possèdent pas toutes les conditions nécessaires à la conservation de leurs qualités primitives, d'habiles agriculteurs

ont préféré choisir dans leurs propres localités les variétés les plus estimées, et attendre du temps et des soins qu'elles eussent acquis chez eux les qualités qu'elles peuvent atteindre. Ces deux plans de conduite peuvent se justifier, quoique le premier nous semble conduire plus directement au but et n'offre pas de grands inconvénients, surtout si on ne donne aux premiers essais qu'une étendue raisonnable.

Parmi les mécomptes qu'on peut éprouver dans la naturalisation du froment de pays éloignés, le plus grave est sans contredit sa sensibilité au froid de l'hiver, pour les blés venant de pays plus méridionaux, et la précocité de sa maturité pour ceux qui viennent du nord. Dans le premier cas, on peut perdre entièrement sa récolte après plusieurs années de succès qui avaient inspiré une trompeuse sécurité : nous en avons cité des exemples en traitant des variétés; dans le second, si la fin du printemps est chaude et sèche, le grain se forme mal; il est petit et retrait. C'est ce qu'on a éprouvé en transportant dans le midi le blé blanc de Flandre.

Dans les terres du midi exposées à la sécheresse, parmi les blés tendres, le blé d'Odessa (blé meunier) paraît plus propre que ses congénères à braver cette intempérie; il croît même sur les terres qui ne paraissent pouvoir convenir qu'au seigle. Les aubaines conviennent aussi à ces terres, et quoique leur grain se vende un dixième de moins que celui des blés tendres, parce que leur farine prend moins d'eau et donne proportionnellement un moindre poids de pain, cependant dans les terres dont nous parlons leur produit fait plus que compenser cette différence de prix. Nous avons vu le temps où, dans les domaines de Provence, la moitié des semences était prise dans les blés tendres et l'autre moitié dans les blés durs; cette diversité compensait les chances du plus ou moins d'humidité ou de sécheresse du printemps; mais la vente de ces derniers est devenue de plus en plus difficile à mesure que

la minoterie a pris plus d'extension et qu'on a fait moins de pain de ménage. Nous pensons que l'abandon des aubaines a été fâcheux pour ce pays.

Quand la terre approche de cet état moyen que nous avons désigné par les mots de *terre fraîche*, on doit préférer les blés tendres, et parmi ceux-ci les espèces rousses que les boulangers recherchent comme contenant plus de gluten et donnant un pain mieux lié que les blanches. La touselle du midi, le blé blanc de Flandre, conviennent aux terres les plus fraîches; le blé de Saumur, les seisettes, dans les terres fortes et fertiles; la richelle blanche de Naples, les lammas, dans les terres légères. Si, dans les localités où on cultive, les blés sont exposés au vent et disposés à verser, on préférera les seisettes aux touselles; leur paille est plus ferme, et leurs épis garnis d'arêtes font l'effet de ressorts qui empêchent leur choc mutuel et préviennent l'égrènement qui en serait la suite; mais en général les touselles paraissent plus fécondes et donnent une paille plus appétissante; on les préférera quand cela sera possible.

Dans les défrichements des prairies, surtout si le terrain est un peu humide, on débutera par les poulards qui, par leur rusticité et leur fermeté, sont de tous les froments ceux qui peuvent parvenir au plus grand produit sans verser. Leur rendement considérable compensera l'infériorité de leur prix. Il faut observer, d'ailleurs, qu'ils ne doivent pas être cultivés trop en grand, car leur débit est difficile, et c'est à la consommation locale seule qu'on peut demander des acheteurs. Cette même difficulté s'oppose aussi à la diffusion du blé de Pologne, qui d'ailleurs est sensible au froid et ne doit pas être cultivé trop au nord.

Le blé de mars rouge sans barbes, avec ses variétés dites de *Pictet*, *Fellenberg*, le blé carré de Sicile, sont propres à être semés au printemps. On a essayé aussi dans cette saison les

blés qui paraissent craindre le froid : les blés d'Odessa, du Caucase, de Crète; mais ces essais n'ont pas été couronnés d'un succès complet. Le blé hérisson mérite l'attention des agriculteurs du midi par la fermeté de sa tige et son tallement considérable; il craint les hivers de ce pays : peut-être pourrait-il y être semé en février. On ne doit semer en grand dans cette saison que les variétés qui ont subi de longue main les modifications qui les rendent propres à mûrir rapidement. Les autres ne peuvent être encore que matière à expérience.

Le succès qu'on a obtenu de l'introduction de plusieurs variétés nouvelles qui, sous bien des rapports, sont supérieures aux anciennes; l'extension qu'ont prise les blés blancs de Flandre, celui d'Odessa, la richelle de Naples, en chassant devant eux des espèces moins bonnes, sont un puissant encouragement à persévérer dans des essais comparatifs. Les espèces qui surabondent en paille, aux dépens de leur grain, seront de plus en plus bannies; le perfectionnement de la meunerie et de la boulangerie fera connaître celles qui donnent en plus grande abondance la meilleure farine, et le commerce intelligent guidera le cultivateur; mais, nous le répétons, ces expériences doivent être tentées avec mesure; plusieurs années sont nécessaires avant de prononcer sur la valeur d'une variété, et les grands hivers seuls décident souverainement la question, car, en fait de blé, il ne suffit pas de plusieurs bonnes années pour compenser le mal que pourrait faire une année rigoureuse. La vie des populations est attachée à cette récolte, et il ne faut pas l'exposer par l'extension imprudente d'une variété qui paraît d'ailleurs productive.

SECTION XIII. — *Culture du blé.*

Avant de parcourir les différentes méthodes de culture du blé, il faut rappeler que cette plante ne réussit jamais mieux,

toutes autres circonstances égales d'ailleurs, que dans une terre meuble et *assise*, c'est-à-dire une terre dont les particules aient été suffisamment divisées, mais ne soient pas trop séparées entre elles. Cet état peut se comparer à celui où serait une terre qui, après avoir été passée au crible, éprouverait une pression qui réduirait son volume de 0,16 dans une capacité ayant 0m,10 de profondeur, ce qui équivaut à une pression d'environ 2 kil. par centimètre carré. Nous avons semé du blé dans des vases où la terre avait été tamisée et qui n'avait subi aucune pression, dans d'autres où elle avait subi la pression de 1, 2, 3, 4, 10 kil.; nous en avons semé dans des terres passées à des cribles de différentes finesses; elles recevaient l'humidité par capillarité du fond, pour que la chute de l'eau des arrosements ne tassât pas trop la terre; les plantes venues dans les vases tassés à 2 ou 3 kil. ont maintenu une supériorité décidée. Celles qui avaient crû dans les terres passées au crible, dont les trous avaient 0m,001 de diamètre, et dont, par conséquent, les particules les plus grosses ne dépassaient pas cette dimension, étaient les plus belles; si ces particules avaient 0m,003 à 0m,005, les plantes souffraient visiblement. Dans les terres cultivées, les particules de petit diamètre viennent remplir le vide des grosses; mais quand celles-ci sont trop abondantes, il y a des lacunes vides dont la plante souffre; il faut donc que, par les labours et surtout par les influences atmosphériques, la terre soit suffisamment pulvérisée pour que le froment se trouve dans les conditions les plus favorables; mais il faut en même temps que les particules soient suffisamment rapprochées par le tassement; on ne peut donc admettre que sous bénéfice d'inventaire les paroles d'Arthur Young : « On récolte d'autant moins de blé, qu'on cultive davantage. » Il ne blâme sans doute ici que l'excès de la pulvérisation et du soulèvement du sol. Faire les cultures dans leur saison pour que les météores agissent sur elles, c'est le moyen de ne pas

être obligé à les multiplier; faire en sorte que les dernières cultures soient superficielles, destinées seulement au nettoiement du sol, et ne le soulèvent pas dans sa profondeur, tels sont les principes qui résultent de l'expérience en grand comme de celle en petit.

§ I. — Pratique de la culture. Blé de printemps.

Quand on a fait un déchaumage en été et un bon labour avant les gelées, et qu'on veut semer le blé de printemps, le scarificateur et même la herse peuvent suffire pour préparer le terrain; un fort hersage consécutif, quand le blé est bien enraciné, détruit les mauvaises herbes et complète la culture. Un nouveau labour après l'hiver aurait le défaut de soulever trop la terre.

La récolte est moins bien assurée si on n'a ouvert la terre qu'après l'époque des grandes gelées. Il faut alors, outre le labour d'ouverture, qui nécessairement sera le plus profond, plusieurs œuvres pour rompre les mottes et ameublir suffisamment le terrain; on les accomplit au moyen du rouleau et de la herse, si la terre n'est pas trop humide; si elle l'était, le travail serait mauvais et l'ameublissement ne pourrait avoir lieu que par le moyen du scarificateur auquel on ferait succéder la herse. Il y a toujours de grandes chances de manquer la bonne époque des labours quand on les retarde jusqu'à la veille des semis.

§ II. — Blé sur jachère.

Nous avons décrit plus haut le travail de la jachère; nous n'avons donc plus à y revenir. Le blé est semé à plat si la terre est saine et profonde, à billons relevés seulement quand elle manque de profondeur et que les moyens d'écoulement des eaux sont insuffisants; si elle est sujette à déchaussement, on sème sous raie en laissant les mottes entières. Au printemps

on herse le blé qui est semé sans intervalle; on cultive entre les raies celui qui a été semé en lignes avant la montée des tiges.

§ III. — Blé sur défrichement.

Le défrichement des prairies naturelles et des pâturages doit avoir lieu au printemps ou en été, pour que les gazons puissent se dessécher avant les semailles. Vers la fin de l'été on herse fortement, puis on attend les pluies qui font germer les semences que contient le sol; on laboure alors superficiellement pour détruire leurs pousses, et puis on sème le blé comme nous l'avons indiqué pour défricher la luzerne. Si la terre n'est pas trop souillée de mauvaises herbes et qu'elle soit peu tenace, on passe une ou deux fois le scarificateur à la fin de l'été et on enterre la semence par un léger travail du même instrument qui croise le premier, puis on passe sur la terre ensemencée un coup de rouleau qui recouvre les graines. Ce n'est qu'après la moisson de ce premier blé qu'on donne le labour de défoncement; quelquefois même on continue à semer le blé sur de légers labours, laissant subsister une partie des plants de luzerne qui donnent beaucoup de graine d'une assez grande valeur dans le pays où elle mûrit bien. Nous connaissons une terre à Orange traitée de cette manière depuis plus de vingt ans et dont le produit satisfait encore le propriétaire. Ce n'est que quand les plants de luzerne restent en trop petit nombre qu'on défriche définitivement. Si la terre est tenace, sur le premier labour du scarificateur on sème de l'avoine au lieu de blé, cette graine se contentant d'une terre peu ameublie; ce n'est qu'après la récolte de l'avoine qu'on donne le travail du défoncement pour préparer une récolte de blé.

Si la luzerne renfermait beaucoup de chiendent ou d'autres plantes vivaces, il faudrait la défricher au commencement de l'été par un labour peu profond qui ne pénétrât pas plus avant

que les racines de ces plantes; on enlèverait le plus possible de cette mauvaise herbe avec la herse, puis on donnerait plusieurs labours successifs pendant la durée des chaleurs pour en exposer les racines au soleil et les dessécher; on sèmerait le blé en automne sans approfondir les labours, et après la récolte du blé on recommencerait le même traitement s'il restait encore des traces de chiendent. On ne procéderait aux labours profonds que quand la terre serait complétement purgée de ces plantes. On a remarqué que l'usage de recouvrir les jeunes blés de roseaux secs faisait périr le chiendent.

Le trèfle et le sainfoin ne présentent pas les mêmes ressources que la luzerne, parce qu'ils ne résistent pas aux labours et que les graines de quelques plantes dispersées ne compensent pas la culture imparfaite donnée au blé; aussi les défriche-t-on complétement aussitôt après avoir recueilli le fourrage. Il ne faut pas attendre la seconde coupe qui se ferait à une époque trop rapprochée des semailles; mais on défriche le terrain après avoir laissé repousser l'herbe qu'on enterre. Si on donnait un labour profond, le sol n'aurait pas le temps de se rasseoir; aussi se borne-t-on à pénétrer de $0^m,10$ en coupant les racines du trèfle et du sainfoin entre deux terres; on roule pour rompre les mottes et asseoir la terre. Si ensuite la surface du sol s'est recouverte d'herbes avant les semailles, on donne un coup d'extirpateur, puis on sème la graine qu'on recouvre avec la herse et un coup de rouleau. Schwerz conseille de herser et de rouler ainsi trois fois consécutives pour le semis de blé fait après le sainfoin établi sur un seul labour. Selon lui, le non-succès de ce semis tient à ce que le labour est donné ordinairement trop peu de temps avant de jeter la semence en terre et au défaut de hersages répétés, deux conditions essentielles d'une bonne réussite [1].

(1) *Culture des plantes fourragères*, p. 71.

Dans les terrains légers, les Anglais font passer les moutons sur les semis pour tasser le terrain. En Alsace, les propriétaires de petites parcelles pèlent le trèfle à la houe et sèment ensuite à la herse sans labourer.

On a opposé à la méthode de défrichement des prairies artificielles par un seul labour la difficulté que la sécheresse de l'été oppose à l'opération, surtout dans les terres tenaces; mais dans le cas où on ne trouve pas le moment de labourer sans trop d'efforts, on obtiendra un ameublissement suffisant de plusieurs coups de scarificateur qui pénètrent graduellement dans la terre à 0m,10, et qui coûtent toujours moins de temps et de force que la méthode trop usitée de plusieurs labours après le trèfle, méthode que Bürger traite de dilapidation. Schwerz affirme n'avoir jamais été obligé de recommencer un labour avec la charrue et qu'il est parvenu à rompre ses trèfles même sur des terres à briques; le climat de l'Allemagne ne dessèche probablement jamais les terres au point où peuvent l'être celles du midi de l'Europe. Là, au mois de juillet, après quinze jours d'un soleil sans nuages, il serait aussi facile d'entamer un rocher que de pareilles terres; ce n'est qu'au moyen de scarifications répétées qu'on pourrait y pénétrer.

§ IV. — Blé sur récoltes jachères

Le traitement des terres diffère selon qu'elles ont porté une récolte printanière qui a mûri de bonne heure, à la fin du printemps ou au commencement de l'été, comme celle des fèves et des pois, ou une récolte qui ne mûrit qu'au commencement de l'automne, comme les pommes de terre tardives et les betteraves.

Dans le premier cas on donne un labour immédiatement après l'enlèvement de la récolte; rien ne s'y oppose, puisque les travaux de sarclage ont maintenu la terre dans un état pas-

sable d'ameublissement; puis on entretient la terre nette jusqu'au moment de la semaille au moyen de l'extirpateur dont les œuvres sont répétées toutes les fois que le terrain se couvre d'herbes. On sème sur un fort coup de scarificateur et on roule.

Dans le second cas, on berse fortement le champ pour faire disparaître les inégalités produites par le buttage ou par l'extraction des tubercules; on laboure, on berse, on roule fortement, puis on sème à la berse. Les blés semés sur les récoltes tardives ne sont pas toujours les meilleurs, l'intérieur de la terre n'ayant pas subi, comme pour les récoltes plus précoces, les effets de l'insolation et de l'aération.

§ V. — Blé en touffes.

Le semis du blé en touffes a été essayé sur un assez grand nombre de points. Nous en avons vu des résultats très remarquables obtenus à Montbelliard, en Allemagne, et par M. le comte de Bonneval dans les landes de Bordeaux. Cette culture, exigeant beaucoup de main-d'œuvre par la manière dont elle a été pratiquée jusqu'ici, ne serait propre qu'à des champs de peu d'étendue; l'observation qui a conduit les inventeurs de cette méthode a été la beauté des tiges et des épis situés sur les bords d'un champ comparés à ceux qui sont au milieu; l'isolement des touffes fait que, comme ils le disent, *tout est bon;* ensuite il est facile de cultiver l'intervalle des touffes et de tenir la terre dans un état constant d'ameublissement qui y maintient la fraîcheur; enfin l'engrais déposé au pied des touffes s'y trouve plus à portée des plantes. Dans la culture de M. de Bonneval, les poquets dans lesquels il semait le grain avaient $0^m,20$ de diamètre et étaient séparés de $0^m,30$ dans un sens et de $0^m,50$ dans l'autre; chaque poquet occupait donc un espace de $0^{mq},15$. On les creusait d'un seul coup de houe; on déposait au fond la quantité d'engrais qui, dans la

culture ordinaire, aurait été répandue sur 0mq,15 ; on recouvrait le fumier de 0m,03 de terre, sur lequel on plaçait dix grains de blé qu'on recouvrait aussi de 0m,03 de la même terre. La dose d'engrais pour obtenir 3,000 kil. de blé étant celle qui pourrait contenir 281 kil. d'azote, en calculant sur l'aliquote de 0,28 ; si nous employons du fumier d'étable qui dose 0,40, nous aurons, par hectare d'un terrain qui n'aurait d'avance aucune fertilité naturelle, 70,250 kil. de fumier, ce qui nous donnerait 7 kil. par mètre carré et 1k,50 de fumier par poquet. La touffe ne tarde pas à se développer ; elle est cultivée au pied et buttée en temps utile ; elle talle beaucoup et produit un grand nombre d'épis bien garnis. M. de Bonneval nous assurait que la récolte reproduisait l'équivalent de la totalité de l'engrais ; mais il n'indiquait pas la fertilité acquise du champ. En traitant ces plants comme on traite des orangers en caisse ou des bœufs engraissés à l'étable, en épargnant aux racines un long trajet pour aller à la recherche de l'engrais, en maintenant la circulation de l'air autour des tiges, il obtenait des plants d'une beauté et d'une élévation remarquables et que la *Société d'agriculture de Paris* a pu admirer dans les échantillons qu'il nous a transmis ; il ne manquait à sa communication que le compte de revient ; nous croyons néanmoins qu'il se soldait à bénéfice.

M. Aug. de Gasparin diminue les frais de ces cultures à poquets au moyen du rouleau que nous avons décrit dans la mécanique, et dont nous avons parlé dans le chapitre des cultures.

§ VI. — Culture de blé en lignes.

La culture du blé en lignes a sur les précédentes l'avantage de pouvoir faire les sarclages au moyen des animaux, de donner aux tiges l'espacement et l'aération convenables ; mais on ne peut y distribuer l'engrais avec autant de précision que

dans la culture en touffes : il faut l'appliquer à la totalité du champ, et nous n'avons pas encore remarqué dans les blés semés en lignes cette exubérance de végétation que nous ont montrée les blés semés en touffes.

Le semis en lignes s'effectue, ou en semant sous raies, ou au moyen des semoirs; les sarclages se font au moyen de la houe à cheval ou de la houe à la main. Ce genre de semis tend à faire du blé une plante sarclée. Il n'y a pas de doute que les cultures du printemps ne lui soient très favorables et ne contribuent beaucoup à son succès; mais ce succès repose principalement sur la certitude du tallement du blé, et un grand nombre d'expériences tentées dans les pays à printemps secs nous prouvent que dans ceux-ci cette réussite n'est qu'exceptionnelle. Dans ceux au contraire où la terre se maintient fraîche au printemps et où la température est assez élevée pour faire parvenir les talles à maturité, la pratique des semis en lignes est très utile, et c'est dans ceux-ci qu'elle se propage et s'établit; c'est dans nos départements du nord, dans la Belgique, en Angleterre, qu'on la trouve principalement. Déjà l'Écosse la repousse, parce que l'été y manque de la chaleur nécessaire. Nous ne parlerons pas des pays moins avancés, où les travaux de sarclage sont un nouvel obstacle à l'introduction d'une méthode qui accroît considérablement les cultures de printemps, et qui exige par conséquent un accroissement du capital circulant[1].

§ VII. — Culture du blé avec irrigation.

Quand, dans les pays chauds et même tempérés, on peut se procurer de l'eau à volonté, on retire un très grand avantage de l'irrigation des blés. M. Aug. de Gasparin a recueilli les faits

(1) Ces considérations ont été très bien déduites dans le Mémoire de M. Bella fils, déjà cité.

suivants sur ce genre de culture qui se pratique en grand à Cavaillon (Vaucluse).

On donne quatre arrosages au blé; le premier avant les semailles sur le terrain nu. On dispose ainsi la terre à la culture et à rendre plus facile la sortie des graines. Ces semailles ont lieu au commencement d'octobre. On arrose une seconde fois quand, au mois d'avril, la température moyenne est arrivée à + 12°; la troisième irrigation se fait pendant la floraison; enfin la quatrième quelques jours après. Ces deux dernières disposent toutes les fleurs à nouer, et les graines sont sur quatre rangs sur les épillets. Les récoltes sont de 40 à 46 hectolitres (3,200 à 3,680 kil.) par hectare.

Les cultivateurs qui donnaient ces renseignements à M. Aug. de Gasparin ayant avancé que les blés se trouvaient mal de l'irrigation sur les terres qui n'y étaient pas habituées, il se fit montrer celles de cette dernière nature, et les comparant aux terres soumises depuis à l'irrigation, il reconnut la cause de ce phénomène. Sur les premières, les eaux de la Durance avaient déposé une couche épaisse de limon; les autres étaient dans leur état primitif avec un sous-sol imperméable. L'eau stagnait sous les racines du blé dans ces dernières et nuisait à sa végétation, tandis que le limon meuble qui recouvrait les premières laissait filtrer l'eau et délivrait les racines de l'humidité superflue. Ce même phénomène s'est encore représenté ailleurs. Sur les terres tenaces du château d'Avignon, en Camargue, on a voulu arroser les blés et on les a perdus. L'irrigation convient à tous les terrains qui, par leur constitution ou par suite d'une culture profonde, donnent passage aux eaux et ne permettent pas qu'elles séjournent autour des racines. Nous l'avons vue pratiquée en Sicile avec un grand avantage; elle est usitée en Espagne, en Afrique, en Amérique. Nous ne doutons pas qu'avec des modifications dans les époques et dans le nombre des arrosages, elle ne pût s'é-

tendre dans le nord, qui a aussi ses années où la sécheresse du printemps devient une cause de stérilité.

SECTION XIV. — *Maladies du blé.*

Nous laissons ici de côté les maladies du froment et des autres plantes causées par les attaques des insectes, qui doivent être l'objet d'un autre travail. Nous reconnaissons encore : 1° celles qui proviennent de la mauvaise alimentation; du séjour prolongé des racines dans l'eau; de la faiblesse de constitution que les plantes apportent en naissant ou qu'elles contractent dans les premiers âges de la vie. Ce premier genre de maladies est prévenu par les engrais *complets*, c'est-à-dire qui contiennent en quantité suffisante tous les éléments de nutrition qu'elles exigent, par le soin apporté à l'écoulement des eaux, par les labours profonds qui augmentent le récipient des eaux atmosphériques, etc.

2° Celles qui attaquent la plante extérieurement, causées par les brouillards secs qui occasionnent une évaporation surabondante au moment de la formation du grain, par une insolation considérable quand l'humidité vient à manquer dans la terre, par la chute de la grêle, etc.

3° Enfin celles qui sont occasionnées par les plantes parasites qui s'attachent à certains organes du froment et des autres céréales, s'emparant de leur substance et les détruisant. Parmi celles-ci nous compterons d'abord :

A. La *puccinie* des graminées (noir du blé, brouïssure), qui se présente sous la forme de petites particules noires sur les feuilles, les tiges, les balles, et qui, vue au microscope, présente un amas de plantules à pédicelle blanc terminé par une capsule en forme de massue (Hedwig, *Fung. inédit.*, tab. VI). Quoiqu'il ne soit pas douteux que cette plante ne nuise aux

céréales, cependant elle fait un mal peu sensible en comparaison de la suivante avec laquelle on a tort de la confondre.

B. La *rouille* (*uredo rubigo vera*) (voyez la figure dans Tessier, *Maladies des grains*) naît sur la surface supérieure des feuilles, de la graine et de la tige. Elle forme d'abord de petites taches blanches qui, en s'ouvrant, laissent voir une poussière jaune, jamais noire, qui, au microscope, peuvent être reconnues pour de petites capsules sphériques sans pédicelles. C'était un fléau tellement redouté par les Romains, qu'ils en avaient fait le dieu *Rubigo*, auquel ils avaient institué des fêtes (*Rubigalia*) qui se célébraient le 25 avril. Les sporules de ce cryptogame sont sans doute transportées par l'air, et elles s'attachent aux plantes dans toutes les situations. Les blés chaulés en sont attaqués comme ceux qui ne l'ont pas été; des champs sont frappés à côté d'autres qui sont épargnés : ici celui qui est sec, ici celui qui est humide. Duhamel croit qu'elle est souvent la conséquence des brouillards secs, après lesquels les plantes sont notablement affaiblies; nous l'avons vue se produire après des brouillards d'un autre genre : Olivier de Serres l'attribuait aussi aux brumes et aux fortes rosées de la fin de mai et du commencement de juin. Tessier, qui considérait ces brouillards comme cause déterminante, avait remarqué que les terres abritées du côté du nord et celles dans lesquelles la végétation provoquée par des engrais était très vigoureuse, y étaient les plus exposées; il croyait que la rouille n'avait lieu qu'après une transition subite du chaud au froid, et que s'il tombait une grande pluie après les brouillards, les plantes étaient préservées. Rozier confondait la rouille avec le miellat.

Ce que nous avons observé ne nous donne pas des notions plus étendues sur les causes déterminantes de la rouille. Faisant abstraction de tous les autres phénomènes accessoires, des brouillards, des pluies, etc., qui ont eu ou n'ont pas eu

lieu avant l'apparition de la rouille, nous la trouvons toujours accompagnée d'un refroidissement de l'atmosphère très marqué dans le mois qui a précédé son apparition, circonstance qu'on retrouve aussi à l'origine de plusieurs autres invasions cryptogamiques. Loin de trouver sa cause dans l'humidité de la terre et de l'air, nous trouvons au contraire qu'elle ne se montre pas sur les blés arrosés. Il faudrait donc, pour produire la rouille, d'abord certaines circonstances atmosphériques propres à favoriser le transport des sporules et certaines prédispositions des plantes qui les missent en état de les recevoir.

Des expériences nombreuses faites en Angleterre tendraient à établir que le voisinage de l'épine-vinette est une cause de rouille pour un champ[1]; ce fait nous a été aussi attesté par des cultivateurs nombreux de notre pays qui affirment que, quand une épine-vinette fleurit au bout d'un champ, toutes les plantes de blé voisines sont atteintes de la rouille; et cependant cette plante, si commune en Bourgogne, ne paraît y inspirer aucune défiance. On n'a pas indiqué de préservatif contre la rouille.

C. Le *charbon* (*uredo carbo; uredo segetum; nielle, ustilago*). Ce champignon se présente sous la forme de petits globules sphériques qui s'attachent à la surface des grains et qui, d'abord incolores, se remplissent d'une poussière noire et inodore. Le charbon noircit un peu la farine contenue dans le grain, mais ne la détruit pas toujours; ce n'est que quand il a pu prendre tout son développement qu'il remplit le périsperme et que la farine se trouve comme convertie en matière charbonneuse; le périsperme reste entier, seulement les grains attaqués sont plus ronds et plus courts que les grains sains.

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, t. Ier, p. 42 et suiv. De Candolle, *Physiol.*, t. III, p. 1485. *Horticultural transact. Soc.*, Londres, t. II, p. 82.

Par leur mélange avec les premiers, ceux-ci se couvrent aussi de poussière noire, et quand par le criblage on est parvenu à séparer les grains infectés plus légers que les autres, les grains restent tachés ou, comme on dit, *mouchetés*. Ils n'offrent aucun danger comme aliment après qu'ils ont été bien lavés; mais employés comme semence, même après un lavage parfait, ils reproduisent la maladie à la génération qui suit. Nous avons indiqué à l'article des semailles les moyens employés pour détruire ces germes de la plante parasite; on peut donc se préserver, jusqu'à un certain point, de cette maladie qui diminue la quantité et la qualité de la récolte.

D. La *carie* (*uredo caries; nielle*). Ce champignon parasite ne paraît pas à l'extérieur du grain, mais naît dans l'intérieur sans le déformer et en le remplissant d'une matière noire et fétide. Vus au microscope, les globules de carie sont deux fois plus gros que ceux du charbon; mis dans l'eau, M. Prevost leur a vu pousser des radicules. Le grain attaqué transmet au pain un goût qui ne permet pas de s'en servir pour l'alimentation. La carie existe quelquefois sur les épis en même temps que le charbon; les grains attaqués de carie étant plus légers que les grains sains, on parvient à les séparer par le vannage, le criblage et le lavage. La carie se propage aussi héréditairement; mais on ne conçoit pas bien les effets des topiques extérieurs employés pour la détruire. Il est probable que, dans le traitement par la dissolution du sulfate de cuivre, on enlevait les grains cariés plus légers, et qu'il ne restait que les grains mouchetés de charbon contre lesquels le sulfate de cuivre a de l'efficacité.

E. L'*ergot* (*sclerotium clavus*). C'est une production en forme de corne qui sort des balles du froment dans lesquelles elle remplace le grain. Il se montre rarement sur le froment et bien plus fréquemment sur le seigle. Nous aurons occasion d'en parler à cet article.

SECTION XV. — *Prix intrinsèque du froment.*

Nous n'avons plus rien à dire sur la manière de récolter le blé après les articles que nous avons consacrés à ce sujet dans la *Mécanique agricole* et dans le livre des cultures. Il ne nous reste plus à parler que du prix de revient de ce grain.

Le prix réel du blé, celui qui résulte de ses frais de production, n'est nullement uniforme ; il dépend : 1° de la fertilité naturelle des terres les moins fertiles cultivées dans le pays ; 2° des frais de culture, qui sont aussi fort divers ; 3° des effets du climat sur la végétation.

Dans les contrées peu peuplées, où les meilleures terres sont mises en valeur, la rente est faible pour un degré de fertilité assez élevé. Ainsi, dans les parties nouvellement occupées des Etats-Unis, dans les colonies russes des bords du Volga, dans les vallons de l'Algérie éloignés des villes, etc., on peut considérer la rente des terres comme nulle, et le prix réel du blé n'est autre chose que celui qui résulte des seuls frais de culture. Or, voici quels sont les frais dans ces pays : 1° un trait d'une faible charrue et le passage d'un traîneau pour couvrir le grain ; 2° les travaux de récolte. Malgré la fertilité des terres, le grain ainsi semé à travers les mauvaises herbes rend à peine 10 hectolitres par hectare, dont il faut en retrancher 2 pour la semence. On ignore le prix des journées de travail dans tous ces pays, aussi bien que la valeur de travail des animaux. Un seigneur russe nous assurait qu'il pouvait donner son blé à 3 fr. l'hectolitre, et qu'à ce prix les paysans cédaient celui qu'ils récoltaient eux-mêmes quand ils ne pouvaient en obtenir davantage. Tous les frais se réduiraient donc à 24 fr. par hectare.

Voyons ce qui se passe maintenant avec une culture parfaite et des engrais portés au maximum dans les pays où toutes les

terres sont appropriées ; nous retrancherons de la valeur de l'engrais celle de 8^k,38 d'azote nécessaires pour 320 kil. (4 hectolitres) de froment, produit minimum des terres cultivées en France. Nous admettons provisoirement dans nos calculs, pour la rente des terres propres à produire du blé, qu'elle est égale à 0,30 du produit brut de la récolte commune qui, nous l'avons déjà dit, s'élève en France à 11h,4, ou 889 kil. de grain, plus 2,018 kil. de paille valant 201 de grain ; total : 1,090 kil. de grain. Ainsi notre rente normale sera de 327 kil. de grain pour les cultures qui doivent se faire dans de semblables terres. Chacun pourra modifier son calcul sur les circonstances particulières où il se trouvera. Nous aurons donc, d'après les chiffres obtenus précédemment, en supposant qu'on obtienne 2,500 kil. de froment :

	Froment.	
Travaux jusques et y compris les semailles. . .	354,90	
Faucher le blé.	35,70	
Lier les gerbes.	11,43	
Battre avec la machine Ransomme, 2,500 kil. de blé, 1^k,14 pour 100.	18,50	596^{k}03
Vannage à 0^k,30 pour 100.	7,50	
Frais de transport.	8,00	
Semence.	160,00	
Engrais enlevé pour 2,500 kil. de froment, ci : 65^k,5 d'azote ayant la valeur de 6^k,7 de froment, moins 8^k,38 d'azote.		382,70
Rente de la terre.		327,00
		1305,73
Produit en grain.	2,500^k	
— en paille, 5,675 kil. valant 8^k,6 de blé les 100.	1,793	
	4,293	4,293,00
Produit net.		2,987,27

Ainsi, 4,293 kil. de blé ont coûté 130,5^k,73, ou 31^{k}6 de froment pour en recueillir 100, c'est-à-dire que le prix du marché étant de 22 fr. les 100 kil., 100 kil. de blé reviendraient

au cultivateur à $22 \times 0{,}316 = 6^f{,}95$. Chaque 100 kil. de blé qu'on obtiendrait de plus, en augmentant l'engrais, coûterait $2^k{,}62$ d'azote valant $6^k{,}7$ de froment, ou $17^k{,}55$ de froment sans augmenter sensiblement les frais; d'où résulte évidemment qu'on doit porter le froment au maximum de produit possible, et que chaque réduction réduit aussi les bénéfices.

On conçoit bien que cet exemple, où l'on a supposé le succès complet d'une culture parfaite, ne se réalisera que rarement dans la pratique; mais il montre au moins le point où il faut tendre sans cesse, si l'on veut faire une agriculture profitable.

D'après ces données, il est facile de calculer la récolte qui doit faire le pair de cette dépense. Il suffit pour cela d'égaler à 100 la totalité de la dépense, qui se compose : 1° des frais de culture mécanique qui étaient ici de 596 kil. de blé; 2° de la valeur de l'engrais qui, en appelant Q la récolte qui fait le pair, sera

$$\frac{Q \times 2{,}62 \times 6{,}7}{100},$$

puisque 100 kil. de blé avec sa paille dosent 2,62 d'azote et que chaque kilogramme d'azote a une valeur de $6^k{,}7$ de blé; 3° cette valeur de l'engrais doit être diminuée de la dose d'engrais atmosphérique que nous reconnaissons être absorbée par les céréales : c'est $8^k{,}38$ d'azote qui seront multipliés par $6^k{,}7$, valeur de l'azote du fumier de ferme; 4° la rente de la terre égale à $Q \times 0{,}30$; 5° enfin des frais généraux qui sont les $\frac{30}{100}$ du produit brut Q. Nous avons donc

$$100 = Q - 596 - \frac{Q \times 2{,}62 \times 6{,}7}{100} - 8{,}38 \times 6{,}7 - Q \times 0{,}30;$$

d'où nous tirons

$$Q = \frac{64{,}000}{53} = 1{,}207 \text{ kil.}$$

Cette valeur comprend celle du grain et de la paille; la paille

d'une récolte valant les $\frac{18}{42}$ de celle du grain, nous trouverons la valeur de la paille, appelant x la quantité de grain, en disant :

$$1,207 = x - \frac{18\,x}{42},$$

d'où x : $844^k,7$; c'est la quantité de grain, et la paille est l'équivalent de 1207 — 845 = 352 kil. de blé. Une récolte de 844 kil. de grain, ou 12 hectolitres environ, est donc celle qui fait le pair. Au-dessous de ce terme qui représente six fois la semence telle qu'on la répand généralement à la volée, il y a perte, et la récolte n'est possible qu'en faisant abstraction des frais généraux.

Quand les années sont favorables, on obtient encore le blé à meilleur marché dans les terres cultivées plus superficiellement; mais cette économie de culture est fatale dans le plus grand nombre de cas, et nous ne saurions la conseiller.

Dans l'état ordinaire de la culture dans la région céréale en France, la récolte est de $11_h,40$ par hectare, réduits à $9^h,40$ en prélevant les semences; les frais de culture et d'administration, 70 fr.; les impositions de toute espèce, 33 fr. [1]. Ainsi nous avons 103 fr. à diviser par $9^h,40$, ce qui nous donne à peu près 19 fr. pour prix réel du blé, qui est en effet le prix moyen des marchés. On comprendra maintenant le bénéfice considérable que peut faire l'agriculteur habile luttant contre une telle médiocrité de culture.

Le prix moyen de 100 kil. de paille est de 11 kil. de froment; ce prix est très supérieur à celui qui indique ses qualités nutritives et qui ne serait que de $8^k,6$ de froment.

Le prix moyen de 100 kil. de son est de 41 kil. de froment.

(1) 827 millions d'impôts pèsent sur 25 milliers d'hectares. Royer, *Statistique agricole de la France*, p. 24.

CHAPITRE II.

Les épeautres.

On a compris sous le nom d'*épeautres* les espèces du genre froment (*triticum*) dont la balle reste adhérente au grain après la maturité. On les appelle aussi les *froments vêtus*. On en distingue de deux espèces : le grand épeautre (*triticum spelta*) et le petit épeautre (*triticum monococon*), qui n'a qu'un seul grain dans chacun de ses épillets.

SECTION Ire. — *Le grand épeautre* (*triticum spultâ*).

La culture du grand épeautre, qui paraît avoir été beaucoup plus étendue jadis, s'est concentrée aujourd'hui dans les contrées qui environnent la Forêt-Noire, en Souabe, en Franconie, en Suisse, sur les bords du Rhin, de Landau à Coblentz. C'est là proprement la patrie d'adoption de cette plante qu'on trouve rarement ailleurs.

Ce n'est pas qu'elle n'ait des qualités remarquables et qui pourraient la rendre très utile dans la combinaison des assolements; mais hors du cercle où ce grain est connu et apprécié, l'incertitude sur son rendement quand il sera dépouillé de sa balle, la difficulté d'une opération préalable et de meules spéciales imposées aux meuniers avant de le réduire en farine, et les conditions onéreuses qui en résultent, le défaut d'habitude de s'en servir qui le fait refuser sur les marchés, au point que Schwerz affirme que dans le Wurtemberg il est préféré au froment mesure pour mesure, tandis que dans les Pays-Bas on a de la peine à obtenir de 12 mesures d'épeautre le prix

de 5 mesures de froment; le resserrement du marché qui en résulte et qui le rend impropre à l'exportation, toutes ces causes tendent à renfermer étroitement l'épeautre dans le cercle qu'il s'est tracé.

Et c'est dommage, si on considère que cette plante vigoureuse, ayant une plus grande force d'assimilation que le froment, sait puiser dans la terre une plus forte aliquote d'engrais; qu'elle croît ainsi dans des terrains trop peu riches pour le froment; qu'elle peut servir à épuiser les terres que le froment laisse toujours dans un état de richesse assez grand; qu'elle redoute peu la sécheresse, et sous ce rapport peut se comparer au seigle croissant dans des terrains trop légers et trop secs pour le froment; que pouvant se semer plus tard que celui-ci, elle succède très bien aux défrichements tardifs des prairies artificielles et des plantes sarclées; que sa farine est fine et blanche et qu'elle fait de très beau pain, quoiqu'on l'accuse d'être plus rude et de se dessécher plus vite que le pain de froment.

§ I. — Variétés.

On cultive deux variétés de cette plante : 1° l'épeautre à grain rouge; 2° l'épeautre à grain blanc. L'un et l'autre peuvent être barbus ou sans barbe; l'un et l'autre sont devenus grains d'automne ou de printemps par la continuité des semis dans l'une ou l'autre saison. Il serait donc facile d'en faire six variétés, et cependant il n'y en a réellement que deux. Schwerz, qui a traité au long de la culture de l'épeautre [1], dit que si on sème l'épeautre dans un sol léger ou épuisé, et si on lui donne une mauvaise culture, l'épeautre non barbu prend des arêtes, et que dans un champ fertile et bien cultivé l'épeautre barbu les perd. La variété rouge mérite la préférence, parce qu'elle

(1) *Culture des grains*, p. 113.

résiste mieux à l'humidité et au froid, talle mieux, pousse des tiges plus hautes et plus fortes, des épis mieux développés et moins sujets à la carie, et qu'enfin elle donne une farine plus belle et plus liante.

§ II. — Mode de végétation.

M. Vilmorin regarde l'épeautre comme étant de tous les froments celui qui talle le plus, et dit que si on avait à cultiver une espèce pour fourrage, ce serait celle-ci qu'on devrait choisir. Son extrême vigueur lui ayant fait attribuer en général les terrains les plus inférieurs des fermes, il s'en est suivi le préjugé qu'il n'était pas sujet à verser; mais Schwerz affirme au contraire que, dans de bonnes conditions, il verse aussi fréquemment que l'orge et le froment; que ce danger lui est même si particulier que dans un champ bien *approprié* ayant été fauché deux fois, cela ne l'empêcha pas de verser. Quoique rien ne nous paraisse moins sûr que le succès de cette opération pour prévenir le versement, la pratique générale du pays, qui s'accorde d'ailleurs avec les besoins de fourrages printaniers, nous indique assez combien cette disposition de l'épeautre est commune. Tiendrait-elle à l'absence de silice gélatineuse dans ces terrains?

Schwerz signale l'épeautre comme sensible au froid. L'hiver de 1815 à 1816 détruisit toutes les récoltes d'épeautre. Semé à peu près en même temps que le froment, il mûrit quinze jours plus tard en Allemagne.

§ III. — Proportions des différentes parties de l'épeautre.

D'après les résultats obtenus à Hohenheim par Schwerz, le rapport du poids de la paille à celui du grain est de 100 à 57,3; celui du grain net aux balles est de 30,82 à 10,0 avec 2,00

de déchet. Ainsi, laissant de côté le chaume qui reste en terre, la plante de l'épeautre serait composée ainsi qu'il suit :

Grain net.	46,38
Balle.	15,05
Déchet.	2,14
Paille.	36,43
	100,00

et 100 de grain vêtu donnent

Grain net.	72,96
Balle.	23,67
Déchet.	3,37
	100,00

L'hectolitre d'épeautre vêtu pèse 42^{k},24. Ainsi l'hectolitre est ainsi composé :

Grain net.	30^{k}82
Cosses.	10,00
Déchet.	1,42
	42,24

Ces rendements varient, au reste, selon les sols et les circonstances de culture, ainsi que nous l'avons fait observer plus haut, et aussi selon le plus ou moins de perfection de la mouture.

D'après les expériences de M. Boussingault [1], les épeautres seraient très riches en matières azotées. Ces expériences sont faites sur des grains complétement desséchés ; ainsi on trouve :

	Dans 100 kil. de grain net.		Dans 100 kil. de farine.		
	Son.	Farine.	Azote.	Gluten et albumine.	Amidon, sucre et eau.
Epeautre rouge sans arêtes.	21,9	78,1	3,85	24,1	75,9
Grand épeautre à arêtes. .	26,9	73,1	3,53	22,1	77,9

Ces résultats nous donnent

	Azote.
Par 100 kil. de grain desséché de l'épeautre sans arêtes.	3,00
— — — — — à arêtes. .	2,58

(1) *Économie rurale*, tome Ier, p. 460.

c'est-à-dire un dosage plus fort que les froments, à l'exception des aubaines.

Mais en rendant 12 p. 100 d'eau au grain, et en cherchant son dosage au volume, nous trouvons que

		Azote.
100 kil.	de grain sans balle de l'épautre sans arêtes contiennent	2k61
100	de grain sans balle de l'épeautre à arêtes contiennent	2 26

et que

100	de grain avec sa balle de l'épeautre sans arêtes contiennent	1,92
100	de grain avec sa balle de l'épeautre à arêtes contiennent	1,65

Cette grande quantité de matières azotées fait comprendre la persistance des populations qui ont pu apprécier les qualités nutritives de ce grain à continuer cette culture, malgré les inconvénients qui y sont attachés.

Schwerz dit que la paille d'épeautre est volontiers mangée par le bétail, quoiqu'elle soit plus dure que celle du froment; nous n'en connaissons pas la teneur en azote : cependant si nous la supposions aussi riche que cette dernière, nous aurions par 100 kil. de grain net :

100k	de grain net à arêtes	1k65
111,2	de paille et balle	0,29
		1,94

Ainsi, à cause de la petite quantité de paille de l'épeautre, la dose d'azote consommée par 100 kil. de grain net est inférieure à celle qui est consommée par 100 kil. de froment.

§ IV. — Rendement de l'épeautre.

Le plus fort rendement indiqué par l'épeautre obtenu dans des terres séparées et de peu d'étendue est celui cité par M. Varnbüller, qui s'élève à 84 hectolitres de grain vêtu par hectare, ou 3,548 kil. donnant 2,589 kil. de grain net.

Dans un canton sur la Meuse, où on ne sème l'épeautre que sur les champs qui ne veulent pas rendre autre chose, on a récolté 32 hectolitres ou 1,352 kil. de grain net.

La récolte moyenne de Hohenheim est de 48h,47 de grain vêtu ou 2,047 kil. de grain net.

Si on compare le rendement des bonnes terres d'Alsace et de Brabant avec celui des terres soignées d'Hohenheim, qui est de 25 à 26 hectolitres donnant 1,938 kil. de froment, on verra que les deux produits se rapprochent beaucoup. Quant au dosage, nous avons

Par 2,047k	d'épeautre.	39k71 d'azote.
1,938	de froment. . . .	50,77

La quantité de matière azotée enlevée au champ par l'épeautre serait donc bien inférieure à celle enlevée par le froment, et la différence porterait surtout sur la quantité de paille plus grande pour ce dernier grain. Par le moyen de l'épeautre on retire, avec une quantité d'engrais moindre, une plus grande quantité de matières alimentaires pour l'homme.

Si nous réfléchissons ensuite à la beauté de la première végétation de l'épeautre qui le fait considérer comme un excellent fourrage en vert, nous verrons qu'il doit se flétrir et se détacher une énorme quantité de feuillage à l'approche de sa maturité, feuillage qui reste au profit du champ comme engrais. Nous n'avons pas de données suffisantes pour établir l'aliquote de la fertilité absorbée par l'épeautre. Il est probable que pendant son jeune âge l'épeautre, avec son abondante fane, soutire beaucoup de sucs de l'atmosphère, et que c'est ce qui explique la possibilité de le cultiver sur des champs presque stériles. En effet, on le regarde comme moins épuisant que le blé. Son rendement de 1,352 kil. de grain net dans des champs trop secs pour le froment, mais où il est probable qu'il ne rendrait pas 600 kil., nous fait croire que son aliquote est plus forte que celle du froment et qu'on ne pour-

rait comparer la fertilité des terres de Hohenheim à celles de l'Alsace et de la Flandre. Schwerz dit positivement qu'il supporte même la fumure tardive; qu'il se contente d'une moindre proportion d'engrais et qu'il absorbe mieux le fumier frais que le froment. Nous croirions devoir le porter à près de 40 p. 100 au lieu de 29, que nous avons fixé pour le blé dans la région céréale.

§ V. — Culture de l'épeautre.

La culture de cette plante est exactement celle du blé. On sème de 3 à 6 hectolitres de grain vêtu par hectare; à Hohenheim on s'est arrêté à la quantité de 4^h,90 : la quantité moyenne est de 4^h,42.

Le hersage au printemps est regardé comme indispensable. L'épeautre est plus facile à battre que le froment, exige plus de place, mais se conserve mieux dans les greniers.

§ VI. — Valeur de l'épeautre.

Nous ne pouvons établir la valeur réelle de l'épeautre qu'en le comparant au froment. Sous le rapport du prix vénal, Schwerz l'établit de 22,60 pour le froment et de 8,50 pour l'épeautre vêtu. L'hectolitre de froment pèse 76 kil.; l'hectolitre d'épeautre, 42^k,24, qui donne 30^k,82 de grain net; le rapport devrait être de 22,60 à 9,1, différence avec les cours de 0,6 qui doivent couvrir l'excédant des frais de mouture. Quant à l'épeautre vendu au poids, son rapport au prix du froment doit être de 73 à 100, ou 72 à 100 en comptant l'excédant des frais de mouture. Ces rapports ne se conservent que dans les pays où l'épeautre est d'une consommation générale; hors de ce cercle étroit, la valeur comparative de l'épeautre baisse considérablement.

Section II. — *Petit épeautre (triticum monococum, locular, engrain).*

Le petit épeautre est si peu productif en comparaison des autres céréales, que probablement on ne le cultiverait nulle part sans sa propriété de croître dans les sols les plus mauvais, dans ceux où on ne pourrait récolter ni seigle ni avoine. Mais il paie à peine le léger travail qu'on lui consacre, et il serait abandonné s'il ne fournissait pas le meilleur et le plus fin de tous les gruaux. C'est sous ce rapport seulement que toutes les années nous consacrons quelques terres graveleuses, quelques défrichés de vignes pour en obtenir notre provision de ménage et celle de nos métayers.

Cette plante a une végétation très longue; on la sème en septembre ou au commencement d'octobre pour ne la récolter qu'à la fin de juillet ou au commencement d'août dans un pays où les moissons du froment se font à la fin de juin.

On en connaît trois variétés : la variété velue qui est la plus élevée et la plus tardive, la variété glabre à grain roux et la variété glabre à grain blanc; celle-ci est la plus précoce.

Le petit épeautre a pour déchet autant de balles que le grand; il se réduit encore si on veut le faire gruer.

On le sème sur un labour, et on emploie 4 hectolitres de semence par hectare.

CHAPITRE III.

Du seigle.

Le seigle, avec sa rusticité, sa disposition à croître sur un sol pauvre, à ne pas craindre son aridité; à résister aux mauvaises herbes et à les dominer; à mûrir de bonne heure, avant l'époque de la dessiccation complète du terrain ou celle de la décroissance trop rapide de la température, et par conséquent

à pouvoir occuper des terrains où le froment plus tardif ne pourrait pas accomplir la dernière phase de sa végétation; à donner un produit plus sûr, moins variable que les autres céréales; le seigle est devenu la base de la culture de contrées entières. Le nord de l'Allemagne et même de la Belgique, les pays montagneux de la France, ceux où la terre manque de l'élément calcaire et présente des principes d'acidité, tous ceux qui, par quelques-unes des causes énumérées, repoussent la culture du froment, ont adopté le seigle comme base de leur nourriture. Quoique moins nourrissant à poids égal que le froment, il donne un pain savoureux, sain, qui se maintient frais plus longtemps et qui, pour cette propriété, est apprécié des populations rurales isolées qui ne sont pas obligées de cuire aussi souvent.

Schwerz affirme que les balles de seigle contiennent une substance aromatique qui exerce une action fortifiante sur les nerfs : « Aussi a-t-on soin, dit-il, de mêler à la farine des balles fraîchement moulues dans une certaine proportion ; le pain ainsi fait *rafraîchit* les personnes échauffées par un travail sédentaire. »

Mais ce qui rend surtout le seigle précieux pour l'Allemagne, c'est son emploi dans la distillation et pour la fabrication des eaux-de-vie de genièvre. Cet usage y rend les famines impossibles, parce que, conservant habituellement une quantité de céréales doubles de celles nécessaires pour la panification, les distilleries suspendent leurs travaux quand les prix s'élèvent et rendent disponible une masse de grains considérable, tandis que, quand les prix sont bas et qu'elles travaillent, elles fournissent une grande quantité de résidus qui n'ont rien perdu de leurs facultés nutritives et qui sont employés à la nourriture du bétail et rendus ensuite sous forme d'engrais à la terre. Les contrées du midi ne peuvent pas employer le seigle à cet usage, le raisin leur offre une meilleure eau-de-vie;

mais peut-être ont-elles à envier à celles du nord une si heureuse combinaison. Enfin la forte proportion de paille que produit le seigle lui donne une grande importance, surtout dans les pays où on manque de litière.

Toutes ces considérations doivent faire sentir l'importance du seigle dans la culture générale des régions tempérées.

SECTION Ire. — *Variété de seigle.*

1° *Seigle d'hiver.* C'est la variété la plus communément cultivée.

2° *Seigle de mars.* Paille moins longue et plus fine que celle du seigle d'hiver; grain plus petit. On a remarqué que ce seigle, semé en automne, produit beaucoup, tandis que le seigle d'hiver, semé au printemps, ne réussit pas.

3° *Seigle multicaule* (seigle de la Saint-Jean). Seigle tardif, tallant beaucoup; paille et épi allongés; petits grains. Cette variété est très vigoureuse. Elle demande à être semée plus clair que le seigle ordinaire, à cause de la petitesse de ses graines. On lui a donné le nom de *seigle de Saint-Jean* parce qu'on la sème souvent au mois de juin pour se procurer une récolte de fourrage en automne, et puis une récolte de grain l'été suivant.

D'après M. Seringe[1], le seigle multicaule ne serait pas autre chose que le seigle commun semé à une époque différente de celle à laquelle on le sème habituellement. Mis en terre au mois de juin, il se ramifie beaucoup et produit davantage; mais semé comme l'autre, il perd cet état accidentel.

4° *Seigle de Russie.* Variété à larges feuilles, à grain bien nourri, donnant beaucoup de paille. Il diffère du multicaule en ce qu'il talle peu et se rapproche ainsi du seigle ordinaire. Le

(1) *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, 1845, § XXXI des procès-verbaux.

seigle de Vierland n'est qu'un intermédiaire entre celui de Russie et le seigle ordinaire.

SECTION II. — *Végétation et convenance météorologique du seigle.*

Tout ce que nous avons dit de la végétation du froment peut s'appliquer au seigle, mais avec des modifications importantes. Il faut qu'il talle avant l'hiver et fasse alors sa couronne de racines supérieures, et qu'il forme les rudiments de ses épis. L'épi de seigle est formé d'épillets contenant seulement trois fleurs, dont une avorte; chaque épillet porte donc seulement deux grains au lieu de quatre que peuvent avoir les épillets du froment. On conçoit dès lors que la longueur que prend l'épi est bien plus importante pour lui que pour le froment. Chez ce dernier il y a encore, après la décurtation, la ressource de la fécondité des quatre fleurs si la végétation du printemps est vigoureuse; chez le seigle on ne peut compter que sur deux graines, quel que soit le bénéfice qu'il puisse recevoir du printemps.

Le seigle périt s'il est surpris par les gelées profondes avant d'avoir accompli la production de ses racines supérieures; or, cette phase de sa végétation n'est terminée qu'après qu'il a reçu 600° de chaleur au-dessus de 6°; il faut donc que le seigle d'hiver soit semé à temps pour qu'on puisse se promettre cette somme de degrés en automne : c'est ce que permettent d'espérer à Paris les semis faits vers la fin de septembre.

Après avoir passé l'hiver, le seigle ne tarde pas à pousser ses tuyaux dès que la température moyenne est remontée à + 6; il fleurit quand elle s'élève à + 14,2. Sa floraison est presque simultanée sur toute la longueur de l'épi. Cette simultanéité de floraison rend le seigle très sensible aux influences atmosphériques qui se présentent dans ce moment critique;

on dirait que les plantes sont alors entourées d'un nuage de poussière fécondante qui peut être abattue par la pluie ou emportée par le vent, au grand préjudice de la fécondation. Ce qui tendrait à le faire penser, c'est l'observation de Bœnninghausen qui, dans un pays où la culture du seigle est générale, a reconnu que quand les champs de seigle n'étaient pas d'une certaine étendue, ils étaient plus imparfaitement fécondés, et que ceux qui se trouvaient sous le vent l'étaient plus complétement que les autres [1].

Le seigle ne craint l'hiver que si ses tiges ont poussé avant les gelées. Si l'automne a été très doux et prolongé et que sa végétation soit trop avancée, il peut beaucoup souffrir. On perdit ainsi le seigle à Paris en 1742. Mais quand la plante est encore étalée sur le sol, qu'elle a poussé ses racines supérieures, elle est robuste et résiste bien au froid. On ne pourrait cependant pas bien établir la température minimum qu'elle peut supporter, car dans les pays du nord les récoltes sont mises à l'abri pendant l'hiver par leur couverture de neige.

Section III. — *Parties constituantes du seigle.*

La proportion de la paille au grain de seigle, en faisant abstraction du chaume, est la suivante selon les divers auteurs :

Thaër	100 : 40
Podewils (hauteurs)	41
— (plaines)	28
Koppe	41
Bürger (1807)	54
— (1812)	51
Block	29,3
Schwerz (Hohenheim, 1823)	31
Moellinger (10 ans)	56
Diercxen (Brabant)	44
Boussingault (Bechelbronn)	44
Moyenne générale	41

(1) Schwerz, *Culture des grains*, p. 191.

La proportion du chaume à la paille est, selon M. Boussingault, de 27 : 100.

Ainsi 1,000 parties de la plante de seigle à l'état normal donnent :

Grain.	244	et 100 de grain répondent a 222 de paille et balle.
Paille et balle. . . .	595	
Chaume.	161	
	1,000	

La quantité de 1,000 de grain à l'état normal s'est réduite à celle de 834 de grain sec dans les expériences de M. Boussingault; 1,000 de paille se sont réduits à 813. Ainsi, 100 de grain sec répondent à

100 grain.
292 paille et balle.

Nous n'avons pas l'analyse complète du seigle ; nous savons seulement qu'il contient :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
100 de grain. . .	46,35	5,38	44.21	1,69
292 de paille. . .	145,65	16,29	118,43	0,88
	192,00	21,67	162,64	2,57

La farine du seigle contient d'autres principes que celle du froment, entre autres une matière gluante, très hygroscopique, qui maintient son pain plus longtemps frais que celui du froment. Elle est composée de matières grasses et de gomme. Voici l'analyse de cette farine donnée par M. Boussingault :

Gluten et albumine	10,5
Amidon.	64,0
Matières grasses.	3,5
Sucre.	3,0
Gomme.	11,0
Ligneux et sels.	6,0
Perte.	2,0
	100,0

La partie azotée consiste presque entièrement en albumine; il y a peu de gluten.

Si on compare cette analyse à celle du froment, on verra que le seigle doit être moins nourrissant, puisqu'il ne contient que les trois quarts à peu près de la matière azotée de celui-ci. Mais quoique l'azote soit dans les deux grains secs dans le rapport de 2,29 : 1,69 ou de 100 : 73, les matières azotées ne sont plus dans la farine que comme 20,5 : 10,5 ou comme 100 : 51. Le son du seigle entraîne probablement une forte partie de l'azote, et cependant il est regardé comme inférieur à celui du froment pour la nourriture des animaux.

L'hectolitre de seigle pèse de 70 à 75 kil.

Nous n'avons pas l'analyse complète du grain de seigle. Sprengel nous a donné celle de sa paille, qui est la suivante:

		Cendres.		Acides			
Potasse.	Soude.	Chaux.	Fer.	phosphorique.	sulfurique.	Chlore.	Silice.
0,32	0,11	0,178	0,021	0,031	0,170	0,017	2,297

Cette paille est principalement riche en silice; elle contient plus de potasse et d'acide phosphorique que la paille du froment.

SECTION IV. — *Sol propre au seigle.*

Le seigle mûrit quelque temps avant le froment. Après la récolte du seigle, ce dernier doit encore absorber 180° de chaleur moyenne à l'ombre, ou 220° au soleil avant qu'on puisse commencer sa moisson. Mais on peut couper le froment avant qu'il soit complétement mûr, et le seigle ne se coupe qu'à sa maturité parce qu'il mûrit moins bien en gerbes que le froment et que, d'ailleurs, il s'égrène moins sur pied. Cette dose supplémentaire de chaleur qu'exige le froment pour mûrir emporte dix jours au moins dans le climat de Paris. Il faut donc que le terrain qui lui est consacré conserve dix jours de plus l'humidité nécessaire dans cette saison la plus chaude de l'année, sans quoi les fonctions de la plante s'arrêteraient et le

grain serait *retrait*. Si on considère la rapidité comparée de l'évaporation dans les différentes natures du sol [1], on verra qu'arrivé à cette époque de l'année le terrain siliceux, par exemple, doit devancer de beaucoup les glaises, les argiles, les terres calcaires, les terres mélangées d'humus, pour arriver à cet état de dessiccation. Il est donc bien reconnu que certains sols où le seigle mûrit bien ne peuvent convenir au froment. En Languedoc ces deux genres de terrain sont tellement signalés pour leur nature qu'ils ont deux noms particuliers : les *terrains de Causse* et *de Segalas ;* les premiers qui sont des terres argilo-calcaires propres au froment, les seconds qui sont des glaises siliceuses ou des terrains quartzeux seulement propres au seigle. Les premiers conservent encore 0,10 d'eau à 0^m,33 de profondeur au moment de la récolte du blé ; les autres, à cette époque, sont presque complétement secs.

L'usage du seigle tend à se restreindre de plus en plus dans la consommation de la France, à mesure des progrès de la richesse nationale. Les populations qui s'en nourrissaient le délaissent pour le froment. On le voit disparaître peu à peu des marchés d'approvisionnement, et dans des pays où il était le principal article de vente il ne trouve plus d'acheteurs. Le fait de l'introduction d'une denrée plus chère dans le régime des ouvriers coïncide nécessairement avec l'élévation de leurs salaires et l'accroissement de leur aisance. Mais il arrive aussi de là que beaucoup de terrains, qui ne sont bien propres qu'à la production du seigle, sont emblavés en froment, et qu'au lieu d'avoir une bonne récolte du premier grain on n'a plus qu'une récolte incertaine du second. Nous pensons qu'on ne fait pas assez d'attention à ces convenances de terrains ; que le froment est trop généralement cultivé et dans des positions qui lui conviennent peu ; nous croyons aussi que si le seigle n'est plus destiné à faire la base de la nourriture de l'homme, il peut

(1) *Aptitude des terres à se dessécher*, tome Ier, 1re partie.

devenir très utile dans celle des animaux. M. Malingie a trouvé que 1 kil. de seigle cuit à l'eau se substituait avantageusement à 3 kil. de foin, tandis que le prix relatif moyen de ces deux rations était comme 22 : 18. M. Dailly, maître de poste à Paris et l'un de nos agriculteurs qui se rend le mieux compte de ses résultats par une comptabilité soignée, fait du pain de seigle pour en nourrir ses chevaux toutes les fois que le prix relatif de ce grain et du foin le lui rend avantageux. Le seigle cultivé pour la nourriture des animaux utiliserait les terres qui lui conviennent particulièrement, restreindrait la culture de l'avoine sur les bonnes terres et économiserait les fourrages.

Ainsi les terrains siliceux, les glaises sablonneuses, les terrains pierreux sont éminemment propres au seigle, et ils ne peuvent y être utilement remplacés par aucune céréale. Par une aberration contraire à celle que nous avons signalée, dans les pays où le seigle fait la base de la culture, on le sème aussi sur des terres propres au froment, et le seigle y réussit mal.

Cette plante redoute moins que le froment l'absence de l'élément calcaire; cependant elle se ressent avantageusement des effets des marnages et des chaulages sur les terrains qui en manquent.

Section V. — *Des engrais pour le seigle.*

Ce que nous avons dit de la précocité de la végétation du seigle, qui forme ses rudiments d'épis avant l'hiver, doit faire comprendre que sa réussite dépend surtout de la présence d'engrais ou de principes fertilisants solubles au moment de sa semaille, et que les fumiers frais ou peu disposés encore à se décomposer lui sont moins utiles. Ceux-ci n'entrent en action que le printemps suivant et alors déterminent une pousse considérable de paille. Ces engrais, en effet, ne peuvent rien ajouter à la longueur de l'épi, dont la décurtation a eu lieu en au-

tomne; ils ne peuvent pas multiplier les grains de chaque épillet, puisque chaque épillet ne porte que deux fleurs. Voilà comme on est parvenu à croire que le seigle était peu sensible aux engrais; il l'est au contraire beaucoup aux engrais consommés, à la fertilité acquise du sol. Dans les pays où on entend le mieux cette culture, dans le Brabant, on fume fortement le seigle, et à chaque récolte; sur les bords de la Meuse, on sème le seigle sur les trèfles rompus et on l'arrose d'engrais liquides; on a reconnu en Dauphiné que le seigle profitait beaucoup de l'engrais du lupin, et en Alsace des fèves et des navets qu'on enterre avant de le semer.

Pour obtenir 100 kil. de seigle à l'état normal nous devons compter sur l'absorption suivante :

100k de grain.	1k96 d'azote.
222 de paille et balle. . . .	0,58
	2,54

et l'hectolitre pesant 72 kil. exigera :

Par 72k de grain.	1k00 d'azote.
177 de paille.	0,42
	1,42

résultant de 380 kil. de fumier de ferme dosant 0,40 d'azote ou de leurs équivalents.

M. Crud (§ 189) paraît croire que l'hectolitre de seigle absorbe la quantité de 503 kil. de fumier *de très bonne qualité*, ce qui indique un engrais au moins égal à celui de nos auberges du midi dosant 0,80 et présentant ainsi la quantité de 4k,02 d'azote. Mais nous croyons que l'auteur fait une confusion et qu'il a pris l'aliquote observée, c'est-à-dire l'effet immédiatement obtenu de l'engrais, pour l'effet total de cet engrais. Dans ce cas nous aurions pour cette aliquote, l'hectolitre de seigle avec sa paille dosant 1,42 d'azote :

$$\frac{1,42}{4,02} = 0,35.$$

Cet équivalent serait ainsi supérieur à celui que nous avons obtenu pour le froment; mais aussi ce coefficient ne s'abaissera pas dans les contrées du midi comme il le fait pour le froment, à cause de la plus grande précocité de la maturité de ce grain et de la moindre influence de la sécheresse sur son produit. Nous manquons de meilleurs renseignements pour établir l'aliquote plus exacte de ce grain, parce qu'on le relègue sur les plus mauvais sols et qu'on le cultive avec peu d'engrais. Cette même raison fait qu'on ne peut citer de récolte maximum aussi forte pour ce grain que pour le froment; on donne comme les moyennes les plus élevées 36 hectolitres par hectare (Dierxsen).

La composition de la paille de seigle nous indique qu'il faut bien s'assurer, comme pour le froment, que les engrais suppléent à la potasse, à l'acide phosphorique et à la silice combinée qui peuvent manquer à la terre.

SECTION VI. — *Culture du seigle.*

Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit au chapitre du froment relativement aux cultures préparatoires. Comme pour ce dernier, le sol doit avoir été bien ameubli et s'être tassé avant les semailles. Schwerz redoute tellement le trop grand ameublissement du sol pour le seigle, qu'il conseille de ne jamais le semer sur un nouveau labour et de renoncer plutôt à labourer que de le faire immédiatement avant la mise du grain en terre.

Il faut que les semailles se fassent autant que possible dans une terre sèche et aussitôt que possible après les grandes chaleurs, car cette plante devant achever toutes ses opérations radicellaires et former le rudiment de son épi avant l'hiver, il faut lui ménager tout le temps, toute la chaleur nécessaires pour qu'elles ne puissent être entravées.

On peut bien faire des semailles tardives, on a vu semer le seigle jusqu'à la Noël, mais alors elles équivalent à des semailles de printemps; la végétation préparatoire n'a lieu que dans cette saison et les produits sont toujours moindres que ceux des semis d'automne.

La quantité de semence employée est en moyenne de 1h,80 par hectare. Dans le Thwent, où la culture du seigle est en grand honneur, on sème jusqu'à 4h,25; mais cela doit tenir à quelque circonstance particulière au pays. En Autriche on sème la même quantité de seigle que de blé, et c'est aussi la proportion usitée dans le midi de la France. Le seigle tallant moins que le blé, mais son grain étant plus petit, il semble que cette quantité de semence soit en effet la plus convenable. Nous semons 2 hectolitres par hectare.

On doit s'abstenir de herser cette plante au printemps, non-seulement parce qu'elle ne talle pas et qu'on n'en obtiendrait aucun avantage, mais encore à cause de l'avancement de sa végétation latente qui, une fois détruite, ne se réparerait que difficilement.

Section VII. — *Choix de variétés de seigle.*

La variété du seigle d'hiver est la plus convenable quand on cultive le seigle pour en obtenir du grain. Quant à celle du printemps, on ne devrait jamais la cultiver à cause de son faible produit; l'orge et l'avoine lui sont bien préférables. On pourrait essayer le seigle de Russie dont les produits culturaux n'ont pas encore été bien appréciés.

Le seigle multicaule donne en automne un fourrage abondant quand il a été semé de bonne heure; mais ce fourrage est aqueux, et, en se desséchant, il se réduit beaucoup. Il ne faut donc pas se faire illusion sur l'apparence qu'il présente sur pied; la petitesse du grain de cette variété ne lui donne pas

grande faveur sur le marché. Ainsi, avant de l'introduire dans les assolements, il faut l'expérimenter soigneusement et se rendre un compte positif de ses produits en herbe et en grain. Oscar Leclerc remarque avec raison[1] que, dans les pays du nord de la France, son semis en juin ne pourrait avoir lieu sans mettre à sa charge la rente entière de l'année, puisqu'aucune récolte de plantes sarclées n'a encore été faite à cette époque. Comme plante fourragère, le maïs-fourrage lui est bien supérieur; mais ce seigle, comme le seigle d'hiver et mieux que lui sans doute, peut offrir des ressources au printemps par la précocité de sa pousse; il donne mieux que toute autre plante un fourrage abondant et précieux dans cette saison. On cultive le seigle ordinaire dans le midi pour cette destination, quoiqu'on lui préfère les semis d'orge qui fournissent plus de lait aux brebis. C'est donc comme fourrage de printemps, et semé à la même époque que les autres seigles, que nous voudrions voir essayer le seigle multicaule, qui probablement donnerait plus de fanes que le seigle commun.

On a aussi conseillé le seigle comme engrais végétal, et nous en avons traité sous ce rapport dans notre premier volume.

SECTION VIII. — *Maladies du seigle.*

Le seigle est sujet aux mêmes maladies que le froment. A son sujet Schwerz insiste beaucoup sur le danger du voisinage de l'épine-vinette. Il ne s'agit pas ici de la production du charbon, mais de celle de la puccinie. Cet habile agriculteur dit avoir fait des expériences si concluantes, qu'il ne peut se refuser à l'évidence de l'influence fâcheuse de cette plante. Selon lui, une distance de 5 à 6 mètres ne suffit pas pour s'en mettre à l'abri, et le mal disparaît dès qu'on en enlève la cause.

(1) Voyez le *Bulletin* de la Société d'encouragement, 1812, p. 21.

Mais la maladie la plus fréquente et la plus dangereuse pour le seigle est celle de l'ergot. Nous avons dit que ce cryptogame, sous forme d'une excroissance cornée qu'on a comparée à l'ergot d'un coq, prend la place que devrait occuper le grain. Si on ne le sépare pas soigneusement du bon grain, la farine qui résulte du mélange donne lieu au délire, à des vertiges et enfin à la gangrène sèche des extrémités. Dans les années où l'ergot est abondant, les populations pauvres qui se nourrissent de seigle sont atteintes par les plus déplorables accidents. L'année 1816 en fournit de tristes exemples en Allemagne. Lors du siége de Custrin, en 1813, l'approvisionnement consistait en farine de seigle infecté par l'ergot. En peu de temps la garnison fut décimée par la gangrène sèche, et le brave général Fornier d'Albe, qui la commandait et qui se soumettait au régime de ses soldats, fut lui-même très malade. Mais ces accidents peuvent être prévenus par un criblage exact des grains livrés à la mouture.

SECTION IX. — *Prix réel et prix vénal du seigle*

Si nous supposions la même culture donnée pour le seigle e. pour le froment, ce qui devrait être pour obtenir de bonnes récoltes, leur prix relatif résulterait seulement de la valeur de l'engrais absorbé par chacun d'eux et de celle de leurs produits.

Ainsi, pour 100 kil. d'azote de l'engrais, nous aurions :

Froment sec. . . .	3,355k	Seigle sec.	4,273k
Paille sèche.	6,631	Paille sèche.	9,289

Nous aurons théoriquement comme valeur nutritive renfermée dans ces deux récoltes :

	Azote.		Azote.
3,355k de froment sec. .	76k82	4,273k de seigle sec. . .	72k21
6,631 de paille sèche. .	23,18	9,289 de paille sèche. .	27,79
	100,00		100,00

La paille de seigle, à cause de sa dureté, a une moindre valeur comme aliment que la paille de froment, et comme litière, apportant moins de richesse en azote au fumier, elle ne peut plus être comptée que dans le rapport de cette richesse. Si nous admettons, pour le prix moyen de 100 kil. de paille de froment 11 kil. de grain de froment, celui de la paille de seigle sera

$$\frac{11 \times 30}{35} = 9^{k},43.$$

La valeur comparative du grain de seigle sera

$$\frac{n \times 169}{229},$$

en appelant n le nombre de kil. de seigle.

100 kil. d'azote absorbés nous auraient donc produit en valeur du grain de froment :

RÉCOLTE DE FROMENT.	RÉCOLTE DE SEIGLE.
3,355k en grain.	3,197k en valeur du grain exprimée en froment.
729 en valeur de la paille.	875 en valeur de la paille.
4,084 de froment	4,072 de seigle.

Pour comprendre l'égalité qu'il y a entre les deux récoltes, il faut ne pas mettre en oubli la grande quantité de paille produite par le seigle, car si on compare seulement les produits en grain, on voit que ceux du seigle sont inférieurs.

Maintenant le prix relatif du seigle et du froment dans la culture étant bien de 1,69 à 2,29, ou comme 73,8 : 100, celui du marché est plus élevé ou plus bas, selon les circonstances et selon le genre de consommation du pays ; ce rapport s'étend de 68 à 80 pour 100 du prix du froment. On voit donc qu'il ne s'écarte pas de la valeur théorique.

Si, d'après ces données, on voulait connaître la récolte du seigle qui fait le pair de la dépense, ainsi que nous l'avons fait

pour le froment, nous référant à ce que nous avons dit à ce chapitre sur les moyens de le déterminer, nous aurions

$$100 = Q - 596 - \frac{Q \times 2,34}{100} \times 6,7 + \frac{3,38 \times 6,7}{100} - Q \times 0,30;$$

d'où nous tirons

$$Q = \frac{673}{0,543} = 1,239 \text{ kil.};$$

qui se décomposent en $\frac{875}{4072}$ de paille, ou 266 kil. pour équivalent de la valeur de la paille, et 973 kil. de froment équivalant en poids à 909 kil. de seigle, faisant $12^h,6$ de seigle. Au-dessous de cette récolte on ne peut continuer la culture qu'en faisant abstraction des frais généraux.

Dans les pays à froment on cultive toujours un peu de seigle pour se procurer des liens pour lier des gerbes de blé. La force et la ténacité de cette paille la rendent plus propre que toute autre à cet usage.

CHAPITRE IV.

De l'orge.

L'orge doit le rang élevé qu'elle occupe dans l'agriculture des pays du nord à son emploi dans la fabrication de la bière, ce grain fournissant abondamment la diastase qui sert à convertir la fécule en sucre. L'usage populaire de la bière, en encourageant la culture de l'orge, crée une masse notable de produits alimentaires pour les bestiaux dans la drêche qui en est le résidu, rend immédiatement à la terre, sous forme d'engrais, tout ce qu'elle lui a enlevé, et ménage aux populations, pour les années de disette, une réserve considérable de grains.

L'usage de la bière ne cesse de faire des progrès et pénètre dans les contrées où il était tout à fait inconnu. Comme bois-

soin de luxe, elle y remplace le vin auquel elle fait une rude guerre dans les cafés et les restaurants; dans les pays vinicoles, son prix élevé l'empêche d'être généralement adoptée comme boisson, et cela est fort heureux. Rappelons-nous ce que disait Arthur Young : « Est-il plus avantageux à une nation que sa boisson ordinaire soit du vin, comme en France, ou de la bière, comme en Angleterre? Je ne puis comprendre comment on a pu jamais mettre un semblable fait en question. Nous sommes obligés (les Anglais et les peuples du nord) d'avoir recours à nos meilleures terres pour notre boisson. Si nos collines, nos rochers, nos sables, nos coteaux de craie nous la fournissaient, ne pourrions-nous pas employer nos sols plus fertiles à quelque chose de mieux que la bière? Que doit-on penser d'une plante qui couvre tous les ans ces terres inférieures d'une récolte pour le moins égale en valeur au froment? Posséder un pareil climat est sans doute posséder une supériorité incontestable [1]. » Vouloir généraliser la boisson de la bière dans les climats où on peut obtenir le vin à bon marché, c'est donc, outre l'infériorité de qualité de ce breuvage, condamner à la stérilité ou à un pacage sans valeur des terrains qui nourrissent aujourd'hui une population nombreuse et laborieuse.

L'orge est la céréale qui résiste le mieux au froid et dont la culture s'élève le plus haut dans les pays de montagne et remonte le plus au nord. Linné a trouvé de l'orge à Lullea-Lapland (67° 20′ de latitude); on l'avait semée le 31 mai, et elle avait mis 58 jours à mûrir : on la cultive en Suisse à 1,950 mètres d'altitude; mais sa précocité naturelle la rend propre aussi aux pays chauds, et on la retrouve en Egypte et en Arabie.

(1) *Œuvres*, t. XVII, p. 221 et suiv.

Section Ire. — *Espèces d'orges.*

Dans les orges les épillets sont uniflores, mais naissent trois à trois à chaque articulation du rachis, ce qui les fait paraître sur six rangs; sur certaines espèces les épillets latéraux sont stériles, et alors ils ne sont que sur deux rangs lors de la formation des graines.

§ I. — Espèces sur six rangs.

1° L'*escourgeon* (*hordeum hexastichum*). Les grains restent couverts de leurs balles après la maturité; ils sont placés sur six rangs bien réguliers. L'épi est court, s'égrène facilement quand il est mûr, ce qui arrive de très bonne heure; la tige talle beaucoup. C'est une espèce d'hiver, mais qui craint les fortes gelées. Cette orge, dont les six rangs de grains sont plus ou moins prononcés, est plus ou moins régulière dans la disposition des transitions qui la conduisent jusqu'à l'orge commune; aussi plusieurs botanistes ont voulu faire de l'escourgeon une variété de cette dernière et en distinguer comme espèce l'orge à six rangs (*hordeum hexastichum*).

L'escourgeon demande un sol riche et consistant comme le froment. Il ne verse pas, ce qui fait qu'on le préfère au froment dans les sols très féconds. Il faut le semer de très bonne heure pour qu'il puisse résister à l'hiver (de juin en août en Allemagne).

Il y a une variété désignée sous le nom *d'orge des sables*, qui n'en diffère que parce qu'on l'a habituée à être semée au printemps. Elle ne donne que de faibles produits.

2° *Orge commune* (orge carrée) (*hordeum vulgare*). Le grain reste couvert de ses balles; les six rangs sont sans régularité; la rangée intermédiaire est plus saillante, l'épi est long et arqué. L'orge commune est pâle; il y a des variétés bleuâtres

et noirâtres. C'est une espèce qui ne passe pas l'hiver dans nos climats; elle veut être semée au printemps et elle peut l'être assez tard, car c'est la plus hâtive de toutes les orges. A peine connue en France, elle est très cultivée en Allemagne et dans le nord de l'Europe; elle est très avide d'engrais, talle beaucoup; l'hiver brûle l'extrémité des feuilles. Elle est très sujette au charbon, surtout quand on la sème tard. Il faût la récolter dès que la paille a blanchi. Par l'abondance et la délicatesse de sa fane, elle fait un excellent fourrage qui se sèche bien et qu'on coupe dès que les épis sortent du fourreau. Sa variété noire est très lente à monter en graine, ce qui fait, selon l'observation de M. Vilmorin, que si on la sème à Paris plus tard que le 15 avril, elle reste toute l'année à l'état herbacé, passe l'hiver (s'il est doux) et ne forme ses épis que l'année suivante. Il conseille de l'essayer, pour la production du fourrage, avec le seigle multicaule et les froments tardifs semés en plein printemps[1].

3° *Orge céleste*. Les grains, difficiles à détacher de l'épi, tombent nus sous le fléau. Les fleurs sont sur six rangs; les grains sont jaunes et aplatis. Cette espèce est exigeante et demande un terrain riche, mais donne un très bon grain dont on fait un excellent gruau. Elle est tardive.

4° *Orge de Guymalaya* (orge nampto). Grain nu, arrondi, de couleur verdâtre; variété très vigoureuse et très productive, quoique à un moindre degré que l'orge céleste; sa paille est courte et ferme. Elle est très hâtive.

On en trouve une variété à grains violets.

§ II. — Espèces à graines sur deux rangs.

5° *Orge éventail* (*hordeum zeocritox*). Ses longues arêtes divergent en forme d'éventail et la font aisément reconnaître.

(1) *Bon Jardinier*, grande culture céréale, article *Orge*.

Ses grains restent adhérents à la balle; ils sont assez lourds et supérieurs en qualité à ceux des autres espèces. On dit qu'elle réussit dans des terrains médiocres et dans des situations froides.

6° *Orge pamelle* (poumoule du midi) (*hordeum distichum*). Les grains restent adhérents à la balle; épi long, comprimé, à arêtes parallèles. Elle supporte bien les froids printaniers. Le grain est aussi de très bonne qualité et recherché des brasseurs. La pamelle veut une terre meuble et riche; elle mûrit en trois mois; en général on la sème avec des fourrages. Elle passe pour épuiser beaucoup le sol.

7° *Orge café*. A deux rangs, à grains nus; grain aussi lourd que celui du froment; mais sa paille est trés cassante et les années orageuses l'endommagent beaucoup. Elle est difficile à battre et sujette au charbon.

En France on cultive principalement l'escourgeon comme grain d'hiver et la pamelle comme grain de printemps. L'escourgeon est aussi l'espèce qu'on sème pour se procurer des pâturages précoces. En Allemagne on sème l'orge carrée (*hordeum vulgare*), qui est une orge de printemps.

Les variétés nues sont peu répandues et cultivées seulement pour se procurer du gruau, sans faire l'objet d'aucun commerce.

La pamelle, par la rapidité de sa végétation et la précocité de sa maturité, est le seul grain de printemps qu'on puisse semer dans les contrées méridionales. Dans ces pays elle sert à utiliser les terrains dans lesquels on n'a pu effectuer les semis d'automne ou ceux sur lesquels l'hiver les aurait détruits. On la sème avec les prairies artificielles, et elle procure ainsi une récolte dans la première année de leur existence.

SECTION II. — *Végétation de l'orge.*

La germination de l'orge est très prompte, et trois ou qua-

tre jours après son ensemencement elle montre des feuilles plus larges et d'un vert plus clair que celles de l'avoine. Il ne tarde pas à s'en produire beaucoup d'autres, et les racines se multiplient et s'étendent à mesure; le rudiment de l'épi se forme en même temps et sa décurtation est achevée dès qu'il est possible de l'apercevoir. L'orge gazonne beaucoup pendant l'hiver, et si on la sème en automne, elle fournit au printemps un excellent pâturage. Elle fleurit avec 16°,3 de température moyenne comme le froment; mais elle mûrit dans nos climats quand la température moyenne monte à 18°, après avoir reçu 1,250° de température moyenne à l'ombre ou 1,632° de chaleur moyenne au soleil.

Aucun grain n'est plus sujet à se détacher spontanément de l'épi que ceux de l'escourgeon, l'orge commune et l'orge distique. Il faut donc les faucher avant la maturité complète, quand la paille est encore jaune et avant qu'elle blanchisse : il est même utile de ne le faire qu'à la rosée.

Si des pluies fréquentes viennent à tomber à l'époque de la maturité, le grain prend une teinte rousse qui le fait repousser par les brasseurs. Si l'humidité se prolonge, on le voit même germer dans l'épi. Il est essentiel de ne rentrer les gerbes que dans un état de complète siccité, pour que le grain ne s'altère pas dans les meules ou dans les granges.

SECTION III. — *Parties constituantes de l'orge.*

La proportion de la paille au grain de l'orge commune varie considérablement. Schwerz cite les rapports de 100 : 37,5 et 100 : 73; mais il regarde celui de 100 : 50,7 comme le produit moyen. L'orge a beaucoup de chaume; sa proportion est de 35 : 100.

Ainsi 1,000 parties de la plante d'orge à l'état normal donnaient :

Grain.	273
Paille et balle.	540
Chaume.	187
	1 000

et 100 de grain répondent à 195 de paille.

La quantité de 1,000 parties de grain à l'état normal s'est réduite à 871 parties à l'état sec; 1,000 parties de paille se sont réduites à 833 parties. Ainsi, à l'état sec, 100 parties de grain répondent à 186 parties de paille. Nous n'avons de l'orge que le dosage fait par M. Boussingault. Le grain sec contenait 2,02 d'azote; la paille sèche, 0,30 pour 100; par conséquent, à l'état normal, le grain contient 1,76, et la paille 0,25 d'azote. Nous aurions donc pour

	Azote.
100k de grain à l'état sec.	2k02
186 de paille.	0,56
	2,58

Le grain contiendrait

	Selon Einoff.	Selon Sellner.	Selon Davy
Fécule.	0,595	0,431	0,790
Gluten et albumine. . .	0,045	0,065	0,060
Germe et mucilage. . .	0,060	0,160	0,070
Balle.	0,190	0,195	»
Eau.	0,110	0,129	»

Le gluten et l'albumine contiennent 0,16 d'azote. Nous aurions donc pour le grain, selon Einoff, 0,72 pour 100, selon Davy, 0,96, ce qui diffère beaucoup de l'analyse directe et prouve que l'analyse immédiate était incomplète.

D'après cette analyse on verra que l'orge doit être aussi moins nourrissante que le froment et plus que le seigle; ce qui explique pourquoi les paysans préfèrent le pain de ce grain à celui du seigle, et d'autant plus qu'il contient moins de matières grasses, gommeuses, qui rendent ce dernier très lourd.

Un kilogramme d'orge contenait, selon Podewils, 22,700 grains; selon Walberg, 26,700; Bürger avait trouvé 1,362,000 grains dans un hectolitre de l'orge éventail.

L'hectolitre d'orge pèse de 60 à 65 kil. L'orge d'hiver pèse 4 kil. de plus par hectolitre que celle de printemps.

Nous n'avons pas l'analyse complète des cendres de l'orge; Sprengel nous a donné seulement celle des cendres de sa paille: elles sont ainsi composées sur 100 parties de paille d'orge desséchée :

Poids des cendres.	Potasse.	Soude.	Chaux.	Magnésie.	Fer.	Acides phosphor.	Acides sulfuriq.	Chlore.	Silice
5,438	0,180	0,048	0,070	0,554	0,480	0,060	8,118	0,072	3,856

Cette plante absorbe donc plus de parties minérales fixes que le froment et le seigle; elle a plus de potasse, de chaux, de magnésie, d'acide phosphorique que ces deux plantes.

Section IV. — *Sol propre à l'orge.*

Quand les auteurs ont voulu assigner le terrain propre à la culture de l'orge, ils sont tombés dans les banalités ordinaires. Elle préfère, ont-ils dit, un terrain frais, meuble et riche; c'est à peu près le goût de toutes les plantes, qui se trouvent fort bien d'un terrain pareil. Bürger dit que la véritable terre à orge serait celle qui tiendrait le milieu entre la terre à seigle et la terre à froment, et où on pourrait cultiver ces deux espèces de grains. C'est encore une définition bien vague, car le seigle réussira très bien dans une bonne terre à froment, et on ne peut pas admettre la réciproque. Quant à nous, nous remarquerons que l'orge germe difficilement dans une terre tenace; que la pousse de ses racines est rapide et très développée, et qu'ainsi elle aime à être placée dans un milieu ameubli; nous dirons aussi que la précocité de l'orge, qui au printemps peut mûrir en trois mois, donne le moyen de l'adapter à une grande variété de sols, en avançant ou retardant l'époque de son semis, et qu'elle le désigne comme le meilleur remplaçant d'un blé, d'un seigle qui a souffert de l'hiver et

qu'on est obligé de défricher. Ainsi, en faisant varier l'époque de son ensemencement, on peut aussi lui assigner des destinations très diverses et des terrains de nature différente. L'orge ne redoute, en définitive, que ceux qui sont humides, où elle jaunit et finit par se perdre. Ainsi sachant, par exemple, à Orange, qu'un terrain serait complétement sec avant la fin de mai et que pour cette raison le seigle y réussirait mal, je sèmerais de l'orge au commencement de février, et à l'époque de la dessiccation du terrain (15 mai), j'aurais obtenu 1,730° de chaleur moyenne au soleil. L'orge serait mûre ou bien près de sa maturité. A Paris, en semant au commencement de mars, on obtiendrait la maturité au milieu de juin avec 1,681° de chaleur moyenne au soleil. On serait encore plus sûr de la réussite en faisant les semis avant l'hiver. Si, au contraire, la terre était humide et ne commençait à se dessécher qu'au mois d'avril, on pourrait encore y semer de l'orge, pourvu qu'elle conservât assez longtemps le degré d'humidité nécessaire. Le mois d'avril est en effet l'époque des semailles de l'orge en Flandre. C'est en rendant mobile l'époque des semis, selon la nature des terrains auxquels on destine l'orge, qu'on peut l'adapter à presque tous, et que cette plante devient précieuse pour les utiliser.

SECTION V. — *Engrais et rendement.*

La rapidité de la végétation de l'orge indique assez que l'engrais qu'on lui donne doit être dans un état de solubilité assez avancé et que les fumiers frais lui conviennent peu. Aussi en Flandre lui réserve-t-on les engrais liquides. Dans les expériences d'Arthur Young [1] nous voyons que l'orge qui succède aux récoltes jachères bien fumées, et où par conséquent l'en-

(1) Tome XII, page 107.

grais était consommé, surpassait de beaucoup celle qui était faite sur du fumier frais.

Albroëck nous apprend[1] qu'en Belgique on récolte 34h,4 d'orge par hectare dans les terres auxquelles on donne peu d'engrais, et 42 hectolitres dans les terres bien fumées. Les récoltes moyennes, en Angleterre, sont de 25 à 28 hectolitres par hectare. Bürger annonce le moyen rendement de 19 hectolitres dans les terres légères et de 30 dans les terres riches : il a récolté lui-même 44 hectolitres. M. Crud attribue à l'orge une fumure de 311 kil. de bon fumier par hectolitre, ou 2k,48 d'azote; or, il s'empare en réalité de 1k,39 : elle aurait donc absorbé les 0,56 du fumier qui lui était destiné.

D'après les expériences d'Arthur Young[2], nous avons les données suivantes :

	Azote.			Azote.
12,500k de fumier par hect. dosant	50k	ont produit	11h75 dosant	16k33
12,500 — —	60	—	15,45 —	21,47
30,000 — —	120	—	30,90 —	42,95
	230			80,75

Ainsi, sur 230 kil. d'azote fournis par l'engrais, l'orge a absorbé 80k,75, ou les 0,35 de l'engrais.

Ici se manifeste la différence des orges de printemps semées par Arthur Young et des orges semées en automne par M. Crud; une plus longue végétation a permis à la plante d'absorber plus de sucs. Ces deux expériences nous permettent d'établir provisoirement, comme nous le faisons pour toutes les plantes, l'aliquote de l'orge à 0,56 pour l'orge d'hiver, et à 0,35 pour celle de printemps. Ce résultat concorde très bien avec ce que nous savons de la vigueur de sa végétation, du grand nombre et de la force de ses racines, de ses fanes, et enfin de l'état d'épuisement comparatif où elle laisse le ter-

(1) *Agriculture de la Flandre*, page 154.
(2) Tome XII, pag. 73 et suiv.

rain. En effet, elle réussit bien après le froment, parce qu'elle trouve en terre un reste de fumier consommé qui n'a pas été épuisé par cette plante; mais le froment réussit mal après l'orge, surtout après l'orge d'hiver qui a pris une si grande part de la fertilité du terrain. Cette force de succion explique aussi comment l'orge peut donner quelques produits sur des terres pauvres qu'elle achève d'épuiser.

La grande proportion de parties minérales fixes que contient sa paille prouve que l'orge exerce une forte action sur le sol, et doit attirer l'attention du cultivateur sur les principes de cette nature qui peuvent manquer à sa terre et à ses engrais.

SECTION VI. — *Culture de l'orge.*

Aucune plante ne profite davantage que l'orge d'un terrain ameubli, et aucune ne le craint moins. Son large et prompt empâtement des racines l'empêche d'y être enfoncée par les tassements. Koppe, cité par Schwerz, attribue un rendement en plus de quatre à cinq fois la semence à un terrain qui a été bien travaillé sur celui qui l'a été avec négligence et à égalité de richesse. Pour l'orge semée en automne, il faut donc la même préparation qu'au froment; mais, de plus, il ne faudra pas craindre de la placer sur des défoncements profonds, où le froment réussit mal. Quant aux semis de printemps, on comprend que l'ameublissement ne peut être obtenu, si les cultures n'ont pas été faites avant l'hiver, qu'en brisant et émiettant les mottes; alors un seul labour au printemps suivi d'un hersage suffit pour préparer les semailles. Mais nous conseillons toujours de préférer l'avoine à l'orge, si on a attendu la fin de l'hiver pour ouvrir le terrain.

Pour obtenir une bonne récolte d'orge, il faut donc, après les céréales et les fourrages, rompre le terrain le plus tôt possi-

ble ; après les récoltes jachères, faire un labour d'été pour préparer les semailles du printemps suivant, à moins qu'on n'ait affaire à un sol naturellement très meuble. Si, après le labour fait de bonne heure, le sol se couvre d'herbes adventives en automne, on donne un coup d'extirpateur pour les détruire. L'orge se défend mal contre les mauvaises herbes et veut le terrain bien net. Cette plante si gourmande, et qui a une si belle végétation, ressemble à ces animaux délicats qui se nourrissent bien, prennent bien la graisse, mais qui manquent de force musculaire. Ce défaut est mis à profit par les agriculteurs intelligents qui se procurent une bonne réussite de leurs trèfles en les semant au printemps sur leurs orges qui, outre qu'elles ne nuisent pas autant que le froment à ses progrès, leur font une moins longue concurrence à cause de la rapidité de leur maturation.

Quelle que soit la facilité que laisse la rapidité de la végétation de l'orge, il ne faut faire usage de cette faculté que comme d'un expédient et la semer toujours le plus tôt possible. Arthur Young, ayant fait des semailles à différentes époques, trouve entre les produits les rapports suivants :

Semailles en	Février	12,5
—	Mars	11,5
—	Avril	8,5
—	Mai	6,5
—	Juin	3,15

Malgré ces observations, Marshall conseille d'attendre pour semer l'orge que la température de l'air soit déjà chaude. En Norfolk on sème seulement quand les bourgeons de chêne s'entr'ouvent, c'est-à-dire quand la température s'est élevée à 12o 7. Ce conseil ne peut être applicable, selon nous, qu'aux climats où l'air est habituellement humide et où des pluies fréquentes tiennent le sol dans un état de fraîcheur continuel.

On sème l'orge fort épaisse; on emploie jusqu'à 4 hectolitres de semence par hectare. Arthur Young a trouvé, par une série d'expériences, que la quantité de semence qui donne le plus grand produit était celle de $3^h,80$ sur les terres maigres, et de $2^h,65$ sur les terres bien fumées.

La principale maladie de l'orge est le charbon. Schwerz affirme que le chaulage échoue contre lui; cela peut être vrai pour les grains vêtus; cependant il faudrait essayer si le chaulage pratiqué plus énergiquement qu'on ne le fait communément, si celui conseillé par Mathieu de Dombasle, ne réussiraient pas mieux que les simples ablutions dont on se sert communément.

Si la semaille est tardive, il faut couvrir la semence avec une petite charrue qui l'enterre à $0^m,08$ ou $0^m,09$ de profondeur, pour qu'elle y trouve plus longtemps la fraîcheur; Schwerz conseille la même opération si la terre est alors couverte de mauvaises herbes; mais si on sème de bonne heure, et que la terre soit nette et fraîche, il suffit de recouvrir les graines avec la herse ou le scarificateur. S'il survient une pluie, suivie d'un beau soleil ou de vent sec avant la sortie des plantes, il faut donner un coup de herse pour briser la croûte qui se forme à la surface du sol, la plantule de l'orge étant trop délicate pour vaincre cet obstacle.

Aucune plante n'exige plus impérieusement le sarclage à la main que l'orge. Il faut souvent le réitérer deux fois si le printemps est chaud et humide; mais il ne faut pas herser cette plante une fois hors de terre.

On coupe l'orge dès que la plante jaunit et avant qu'elle ne blanchisse. Si le temps est beau, on peut laisser les gerbes ou les javelles deux ou trois jours sur le champ; mais il ne faut pas retourner les andains, à cause de la facilité avec laquelle le grain se détache de l'épi.

SECTION VII. — *Valeur réelle et prix de l'orge*

Le prix réel de l'orge, en supposant que les frais de culture fussent les mêmes que pour le froment, consisterait dans la différence du prix des engrais absorbés par l'un et par l'autre.

Ainsi, par 100 kil. d'azote, nous aurions :

Froment sec.	3,355k	Orge sèche.	3,876k
Paille sèche.	6.631	Paille sèche.	7,209

Nous avons théoriquement, comme valeur nutritive renfermée dans ces deux récoltes :

	Azote.		Azote.
3,355k de froment sec. .	76k82	3,876k d'orge sèche. . .	78k39
6,631 de paille sèche. .	23.18	7,209 de paille sèche. . .	21.61
	100,00		100,00

La paille d'orge est considérée avec raison comme la meilleure de toutes, et préférée, à cause de sa souplesse, de sa facilité à se digérer, à toutes les autres pour l'alimentation du bétail. Le rapport de son prix à celui de la paille du froment ne résulte donc pas partout de la quantité d'azote qu'elle contient comme propre seulement à faire du fumier. Les opinions varient beaucoup sur ses qualités nutritives, selon qu'elle est employée ou non pour la nourriture du bétail. Quand on la destine à la litière, elle a une valeur égale à la paille du froment au même degré d'humidité; quand elle est donnée en nourriture, et que la paille de froment est destinée à faire du fumier, la valeur relative varie selon le plus ou moins de rareté de litières; mais en général on la regarde comme étant au prix du foin dans le rapport de 100 : 150; la paille du froment employée seulement pour litière serait au prix de froment comme 100 : 383. La valeur relative de la paille d'orge servant à la nourriture, et de celle du froment seulement pour litière, serait comme 383 : 150, ou comme 100 : 39. Ainsi le

produit de l'orge pourra être très diversement considéré, selon les usages de sa paille, dans les pays où l'une et l'autre seront consacrées à la litière ; nous aurons, en réduisant successivement les valeurs en grain de froment :

RÉCOLTE DE FROMENT.		RÉCOLTE D'ORGE.
3,355k de grain.	Grain. .	3,419k en valeur de grain de froment.
729 en valeur de la paille.	Paille. .	618 *Idem.*
4,084 de froment.		4,037 de froment.

Et si la paille du froment est employée en litière pour sa valeur relative à l'engrais, et celle de l'orge consommée en nourriture pour sa valeur relative au foin :

RÉCOLTE DE FROMENT.		RÉCOLTE D'ORGE.
4,084 kil.	Grain. . . .	3,419 k. de froment.
	Paille. . . .	1,584
		5,003

On conçoit dans ce cas l'intérêt qu'on attache à la culture de l'orge ; mais dans l'un et dans l'autre, on voit que cette culture bien conduite est loin d'être désavantageuse, et que, même sur les terrains où le froment est sujet à verser, elle peut donner un produit égal à celui de ce grain qui ne serait pas sujet à cet inconvénient.

En prenant le cas le plus défavorable pour l'orge, celui où sa paille sera employée à la litière comme celle du froment, le froment et l'orge seront entre eux, poids pour poids, comme 205 : 139, ou comme 100 : 68 ; le prix moyen des mercuriales donne, en France, comme 100 : 52. L'orge étant d'un usage moins fréquent et y étant moins recherchée, éprouve une défaveur évidente et une grande difficulté pour sa vente dans les lieux où la population se nourrit entièrement de pain de froment.

En Alsace, dit Schwerz, on considère 2 boisseaux d'orge comme équivalant en valeur à 1 boisseau de froment. La

moyenne de son rendement est, selon lui, de $28^h,5$, tandis que le froment ne produirait que 22 hectolitres. Ainsi le rapport de deux champs semés, l'un en froment, l'autre en orge, serait 22×100 et $28,5 \times 50$, ou 2200 et 1425; ainsi, 2 hectares de froment produiraient autant que 3 hectares d'orge : cela serait vrai en faisant abstraction des pailles et aussi de leur valeur relative, mais cesserait de l'être quand on les fait entrer dans la comparaison, en supposant que l'une et l'autre récolte réussissent également et que l'orge se vende les 0,52 du prix du froment.

Si, d'après les données précédentes, on veut calculer la récolte d'orge qui fait le pair de la dépense, en se rapportant à ce que nous avons dit de ce calcul à l'article du froment, nous aurons :

$$100 = Q - 596 - \frac{Q \times 2,58}{100} \times 6,7 + 3,38 \times 6,7 - Q \times 0,30;$$

d'où nous tirons

$$Q = \frac{710}{0,527} = 1,366 \text{ kil.}$$

La paille est représentée par

$$\frac{1,366 \times 618}{4,037} = 209 \text{ kil.},$$

et le grain par 1,157 kil. d'orge, faisant $18^h,7$ d'orge. Au-dessous de cette récolte il n'y aurait que perte à cultiver cette plante, à moins de faire abstraction des frais généraux.

CHAPITRE V.

De l'avoine.

L'avoine a longtemps servi de nourriture aux pauvres montagnards de l'Écosse, quand, occupés seulement de leurs guerres privées, l'agriculture était chez eux dans un état misé-

rable. Elle n'est plus aujourd'hui employée qu'à celle des chevaux dans le centre et le nord de l'Europe, car au midi, en Afrique et en Asie, on lui préfère l'orge, probablement parce que les races ardentes de ces contrées éprouvent de fâcheux effets d'une nourriture aussi stimulante. On sait que l'avoine relève les forces des animaux et leur donne une vigueur momentanée qui n'est pas en rapport avec ses effets réellement nutritifs. Elle a donc des qualités spéciales excitantes qui la rendent indispensable dans l'hygiène des races à constitution lymphatique, et dans les pays où les plantes fourragères ne possèdent pas elles-mêmes ces conditions de tonicité qu'on trouve dans celles du midi.

M. Royer[1] a bien fait remarquer que si on ajoutait en France aux terrains cultivés en fourrages ceux qui portent de l'avoine, la maxime des agriculteurs qui conseillent de consacrer la moitié de la surface des terres à la nourriture des animaux serait complétement suivie dans toute cette partie du pays où règne l'assolement triennal; mais il a raison de se plaindre aussi du peu de produit de cette culture faite avec une grande négligence.

Cette plante a une propriété agricole bien remarquable et bien précieuse, c'est de venir sur tous les sols, de braver la sécheresse mieux que toute autre; de s'emparer des engrais les moins décomposés par la vigueur extrême de sa végétation; de préparer, pour ainsi dire, la réduction de ceux qui ont résisté aux autres céréales, de manière qu'après l'avoine ils trouvent des sucs solubles tout préparés. Sur les défrichements remplis de matériaux ligneux, sur les fumiers récents et pailleux, le froment réussit mieux après l'avoine qu'en première récolte; elle ne craint pas même les sols arides où échoueraient les autres céréales; enfin elle supporte mieux que les autres

(1) *Statistique agricole de la France*, pag. 221.

une préparation négligente de la terre : elle vient sur celle qui est à peine remuée, elle résiste mieux aux mauvaises herbes. Ces qualités en font une ressource importante dans les circonstances où la saison et les occupations d'un autre genre ne permettent pas de donner au sol une préparation parfaite, sans laquelle le succès des autres céréales est compromis.

SECTION Ire. — *Variétés d'avoine.*

1° *Avoine commune d'hiver ou de printemps.* C'est la variété la plus généralement cultivée. La panicule est diffuse et lâche; les balles restent attachées à la graine. La variété de printemps ne diffère de celle d'automne qu'en ce que, par l'effet d'une longue habitude; elle mûrit plus vite. L'avoine *joanette* n'est qu'une variété noire de l'avoine de printemps, très précoce, mais sujette à s'égrener.

L'avoine d'hiver comme celle de printemps ont leurs sous-variétés noires et blanches; chacune d'elles est préférée dans certains pays et repoussée dans d'autres. Yvart croyait avoir remarqué que la blanche le devenait d'autant plus qu'elle était cultivée dans un terrain plus humide et la noire dans un terrain plus sec. Ne serait-ce pas une indication pour préférer chacune de ces variétés pour les sols analogues?

2° *Avoine de Hongrie.* La panicule est penchée sur un seul côté, ce qui lui a fait donner le nom d'*avoine unilatérale.* La balle reste attachée au grain. On en distingue aussi deux variétés : la blanche et la noire. Son grain pèse moins que celui de l'avoine commune; celui de la variété noire, préconisée par Morel de Vindé [1], est un peu plus pesant que celui de la blanche; mais l'une et l'autre ne réussissent bien que sur les terrains riches, où elles produisent beaucoup de grain, une

(1) *Mémoire de la Société royale d'agriculture*, 1817, p. 387.

paille très élevée, mais moins bonne que celle de la variété commune. Cette avoine est de printemps, même dans le midi. Nous avons réussi à la semer en automne pendant plusieurs années; mais l'hiver de 1819-20 la détruisit complétement à Orange.

3° *Avoine patate*. Grain blanc, court et rond attaché à sa balle, à écorce fine, abondant en farine. Cette variété est très estimée en Angleterre, donne beaucoup plus de matières nutritives dans les terrains riches, mais a le défaut d'être très sujette au charbon; c'est une avoine de printemps.

4° *Avoine de Géorgie* (de Sibérie, de Kamschatka). Grains jaunes, gros et pesants, attachés à la balle, à écorce rude. C'est la plus vigoureuse et la plus précoce de toutes les avoines. M. de Thury avait essayé avec succès d'en obtenir un fourrage vert avant de la laisser monter en graine. Sa paille est très élevée et grosse; ses feuilles larges donnent une très bonne nourriture aux bestiaux. Aucune espèce ne donne plus de débris de balles au battage; elle abonde en parties herbacées et ligneuses. La variété dite *de Sibérie* paraît l'emporter encore sur celle dite *de Géorgie*. Elles sont toutes de printemps.

5° *Avoine courte* (avoine à deux barbes, pied de mouche, avoine-fourrage). Son grain est petit et court, peu abondant en substances nutritives, mais, à ce qu'il paraît, plus échauffant que les autres. Sa panicule est unilatérale; les arêtes sont persistantes sur les deux fleurs. Cette espèce, cultivée sur les montagnes de l'Auvergne, prend des dimensions colossales sur les bons terrains. Elle s'est élevée jusqu'à 2 mètres dans la pépinière de Vaucluse, sous la direction de M. Regnier; aussi pourrait-on l'utiliser comme fourrage.

6° *Avoine nue* (avoine de Tartarie). Ses épillets se composent de quatre à cinq fleurs formant de petites grappes. Son grain ne conserve pas sa balle; mais il est petit et d'un faible produit. On pourrait s'en servir en gruau.

SECTION II. — *Parties constituantes de l'avoine.*

Le poids moyen de l'avoine commune est de 44 kil. variant de 28 kil. (Haute-Vienne) à 56 kil. (Loire-Inférieure). Les proportions de matières nutritives qu'elle renferme ne sont pas moins différentes selon les lieux; c'est ce qui explique pourquoi, comparées au foin, les unes ont donné un rapport de 100 : 250, et d'autres de 100 : 116. M. Royer a reconnu à l'avoine qu'on consomme dans les environs de Paris un rapport nutritif de 100 : 175 en la comparant au foin, c'est-à-dire que 100 d'avoine en poids nourrissaient autant que 175 de foin.

M. Morel de Vindé a trouvé que 1 litre d'avoine commune contenait 20,300 grains; 1 litre d'avoine unilatérale, 20,800; et 1 litre d'avoine patate, 20,400.

Les rapports de la paille au grain présentent aussi beaucoup de variations; on les a trouvés de 100 : 90, de 100 : 31,6, et en moyenne de 100 : 61,6. Mais, nous le répétons, autant de sols, autant de cultures, autant de proportions différentes encore plus pour l'avoine que pour toutes les autres céréales, parce qu'en effet on la soumet aux traitements les plus divers; que tantôt semée sur un sol riche pour préparer les récoltes du froment, elle est d'autres fois reléguée sur les plus pauvres pour en obtenir un produit qu'on ne peut attendre que d'elle seule.

L'avoine cultivée à Bechelbronn par M. Boussingault présentait les résultats suivants :

1,000 kil. de grain à l'état normal étant desséché pesaient 792 kil.; 1,000 kilogr. de paille desséchée pesaient 713 kil.; 100 kil. de grain à l'état normal donnaient 162 kil. de paille, et par conséquent, à l'état sec, 100 kil. de grain donnaient 145 kil. de paille. Leur analyse était ainsi qu'il suit :

	Carbone.	Hydr.	Oxygèn	Azote.	Acides sulf.	Acides phosp.	Chlór.	Chaux	Magn.	Potas.	Soud.	Silic	Fer et alum.
100k de grain à l'état sec.	50,32	6,32	37,14	2,24	0,04	0,59	0,02	0,15	0,31	0,51	»	2,12	0,05
145k. de paille.	72,10	7,71	56,96	0,55	0,33	0,23	0,36	0,62	0,21	1,85	0,32	3,02	0,16
Total. . . .	122,72	14,03	94,10	2,79	0,37	0,82	0,38	0,77	0,52	2,36	0,32	5,14	0,21

ce qui donne :

	Azote.
par 100k de grain sec	2k24
100 de grain à l'état normal.	1,774
100 de paille sèche.	0,55
100 de paille à l'état normal	0,39

	Azote.
Et pour 100k de grain sec.	2k24
145 de paille sèche.	80
	3,04

100 parties d'avoine desséchée donnaient 78 de farine et 22 de son, et

Gluten, albumine (parties azotées).	13,7
Amidon.	46,1
Matières grasses.	6,7
Sucre.	6,0
Gomme.	3,8
Ligneux, cendres et perte.	21.7
	100,0

Vogel avait reconnu dans l'avoine une huile grasse, jaune-verdâtre, dans laquelle il pensait que résidaient les principes excitants de ce grain [1].

SECTION III. — *Engrais pour l'avoine. Aliquote qu'elle y puise.*

Ce que nous venons de dire de la composition élémentaire de l'avoine nous fait comprendre combien elle nécessite des engrais alcalins, et des marnages ou des chaulages dans les terrains qui manquent de l'élément calcaire. C'est même la seule graminée, avec le maïs, qui ait paru sensible aux effets du plâtre.

(1) Berzelius, *Traité de chimie*, tome VI, p. 301.

La moyenne récolte dans la Flandre, où l'on cultive l'avoine avec soin, est de 48 hectolitres (2,178 kil.) par hectare; le maximum de 67 hectolitres (2,948 kil.). Dans les pays où elle est cultivée négligemment, cette moyenne descend à 21 hectolitres (924 kil.).

Pour obtenir 2,948 kil. d'avoine, il faut que les engrais, outre les substances salines et minérales nécessaires, renferment une quantité d'azote suffisante pour lui en fournir 72 kil.

Voyons donc quelle aliquote l'avoine puise dans l'engrais, pour connaître la quantité totale qu'il faut mettre à sa disposition dans une bonne culture.

Crud pense que 1 hectolitre d'avoine absorbe 249 kil. de bon fumier dosant $0^k,80$ ou $1^k,98$ d'azote, dont il ne prend que $1^k,06$. Il prélèverait donc 0,535 de l'azote du fumier mis à sa disposition.

Arthur Young (1) ayant semé en avoine une terre qui avait été laissée en jachère et bien cultivée, après lui avoir appliqué 80 quintaux métriques de fumier de ferme, ou 32 kil. d'azote, recueillit $6^h,54$ d'avoine qui avaient pris $6^k,93$ d'azote. Ici l'avoine ne se serait emparée que des 0,22 de l'azote du fumier; mais $6^h,54$ pour un *rood* de terrain nous donnent 65 à 67 hectolitres, c'est-à-dire la récolte maximum qu'on peut obtenir, et 32 kil. d'azote pour un *rood* donnent 320 kil. pour 1 hectare; l'avoine ne pouvait en prendre plus qu'il ne lui en fallait pour atteindre son maximum, et si son aliquote était 0,53, le maximum d'engrais qui devait lui être distribué était de 151 kil. d'azote, et non de 320 kil. On ne peut pas déduire l'aliquote de cette fumure excessive.

Nous avons vu plus haut, dans les expériences de la Montorone, qu'en seconde récolte sur une terre qui avait été fumée avec du fumier d'étable, l'avoine s'emparait des 0 60 de l'en-

(1) Tome XII, page 142.

grais contenu dans le sol. Nous croyons donc que son aliquote se trouve entre le chiffre de Crud et celui-ci; nous adopterons cependant 0.53 comme le chiffre provisoire auquel on ne risquera rien de s'arrêter. Ainsi, pour obtenir une récolte de 2,948 kil. d'avoine contenant avec sa paille 72 kil. d'azote, l'hectare devra avoir une fertilité représentée par

$$\frac{72 \times 100}{53} = 136 \text{ kil.},$$

résultant de 34,000 kil. de fumier de ferme.

Section IV. — *Convenances météorologiques de l'avoine.*

L'avoine craint les grands froids; aussi ne la cultive-t-on en semis d'automne que dans les pays où l'on n'a pas à redouter une continuité de température atteignant — 12°; cependant dans ceux où la terre se couvre de bonne heure de neige, on peut encore semer dans cette saison. Nous avons vu des avoines de printemps, surprises par la neige avant leur maturité, qui ne souffrirent aucun dommage de l'hiver et donnèrent une bonne récolte l'année suivante. Les froids qui ne gèlent pas la terre à $0^m,10$ au moins de profondeur ne paraissent pas l'affecter; sa tige est moins sensible que sa racine.

Attendu que l'avoine est semée dans des terrains secs et dans des terrains humides, et que la température de l'air est quelquefois différente de celle du sol, on trouve que l'avoine mûrit de 1,500° à 2,000° de chaleur moyenne, et de 2,400° à 2,600° de chaleur solaire, selon qu'elle est dans l'une ou l'autre de ces situations.

Section V. — *Culture.*

On peut distinguer deux cultures différentes de l'avoine : ou bien on la traite comme un accessoire, comme un expé-

dient propre à remplir les vides d'une rotation, ou bien on la cultive pour elle-même, dans le but bien déterminé d'obtenir le maximum de son produit. Dans ces deux cas, on procède différemment.

Pour la culture soignée, tous les travaux requis pour celle du froment ; pour la culture accessoire des œuvres moins compliquées, selon les circonstances.

Ainsi, sur un défoncement profond dont les frais doivent être répartis sur plusieurs années, un simple hersage suffit pour enterrer la semence ; l'avoine semée sur le défrichement léger d'une luzerne ne comporte souvent qu'une forte scarification et un coup de rouleau, etc.

On emploie beaucoup de semence pour l'avoine. La quantité moyenne est de 4 hectolitres par hectare; on en met jusqu'à 5; mais dans les terres riches de la Flandre, on se contente de 3 hectolitres. Si l'on considère que la balle représente le 0,30 du poids total, qu'ainsi le poids réel de l'hectolitre de grain privé de sa balle n'est que de 31 à 32 kil., et qu'ainsi 4 hectolitres ne donnent que 128 kil. de grain dépouillé, tandis que 2 hectolitres de blé en donnent 152 à 160; si, de plus, on observe qu'un grand nombre de grains d'avoine sont stériles, on comprendra cette quantité de semence qui paraît exorbitante au premier coup d'œil.

Il faut s'abstenir absolument de semer de l'avoine qui aura été atteinte du charbon; le chaulage ne l'en débarrasse pas.

L'avoine mûrit bien dans les javelles et dans les gerbes, et elle ne mûrit que successivement sur la plante; il ne faut donc pas en retarder la moisson dès qu'une partie des grains est mûre, sans quoi on risquerait d'en perdre beaucoup qui s'égrèneraient.

SECTION VI. — *Prix réel et marchand de l'avoine.*

En supposant qu'on ait donné à l'avoine une préparation

complète, et ce n'est que de cette manière qu'on en obtient une pleine récolte, sa valeur comparée à celle du froment pourra être estimée par les engrais qu'ils auront réciproquement absorbés.

Préalablement à tout calcul, il faut apprécier la valeur de sa paille, la meilleure de toutes celles que nous offrent les céréales. Antoine trouvait qu'elle était à celle du froment comme 374 : 235, ou comme 160 : 100. Si nous comparons seulement leur teneur en azote, le rapport sera de 150 : 100. De toutes les manières, soit qu'on la considère comme litière ou comme nourriture, nous croyons qu'on ne peut pas lui attribuer une valeur moindre, quoique M. Rieffel, en donnant une évidente supériorité à la paille d'avoine non javelée, n'admette que le rapport de 110 : 100 [1].

Froment sec.	Azote.	*Avoine sèche.*	Azote.
3,355^k grain contiennent.	76^{k}82	3,286^k grain contiennent.	73^{k}60
6,631 paille.	23,18	4,066 paille sèche. . . .	25,67
	100,00		99,27

C'est donc la valeur de la paille qui compense celle du grain dans la récolte d'avoine.

D'après leur teneur en azote, le froment et l'avoine à l'état normal ont les valeurs respectives de 2,29 et 2,24 poids pour poids; mais à la mesure, le rapport entre le froment et l'avoine est de 1,53 à 0,78, ou de 100 : 51; leur prix de marché est de 100 : 45, le prix moyen de l'avoine étant de 7^{f}64, tandis que celui du froment est de 17 fr. en France. On sent que ce prix relatif doit varier selon les qualités des avoines, et qu'il n'est ici question que de celles qui pèsent seulement 44 kil. à l'hectolitre.

Si, d'après les données ci-dessus et ce que nous avons dit

(1) *Agriculture de l'Ouest*, page 318.

au chapitre du froment, on veut connaître la récolte qui fait le pair des frais, nous aurons

$$100 = Q - 596 - \frac{Q \times 2,206}{100} \times 6,7 \times 3,38 \times 6,7 - Q \times 0,30,$$

$$\text{et } Q = \frac{573}{0,55} = 1,042 \text{ kil. de blé.}$$

La paille représente les $\frac{25}{99}$ de la récolte ou 263 kil., et le reste en grain valant 779 kil. de blé, représentant en poids 762 kil. d'avoine, faisant 18 hectolitres d'avoine. Au-dessous de cette récolte, la culture ne peut se continuer qu'en faisant abstraction des frais généraux.

Si l'on compare l'avoine au foin dans la nourriture du bétail, on trouvera que, d'après les expériences les mieux faites, 100 kil. d'avoine représentent 169 kil. de bon foin, et 100 kil. d'avoine valant sur le marché 15f 28; cela ferait ressortir le foin à 11 fr. les 100 kil. C'est donc une nourriture fort chère et qui doit n'entrer que par occasion dans l'écurie des cultivateurs économes. L'expérience que nous en avons nous prouve que les chevaux de ferme se nourrissent très bien et se trouvent dans un état d'activité satisfaisant sans avoine, mais avec de bon foin venu dans nos prairies arrosées et fumées du midi, ou avec de la luzerne. Quand on ne possède que des prés à foin acide et peu nourrissant, ou trop souvent seulement de la paille, il faut bien recourir à l'avoine; mais cela vaudrait la peine d'examiner si l'on ne peut pas changer la qualité des prairies, ou s'il ne conviendrait pas de les défricher et de les remplacer dans le régime par d'autres natures de fourrages. Il faudrait réserver l'avoine pour les chevaux soumis à des courses continues et rapides, à un service irrégulier qui leur laisse peu de temps pour leurs repas et auxquels il faut donner la nourriture sous le moindre volume possible. Le roulage, les postes, les messageries, la cavalerie, devraient être les seuls consom-

mateurs d'avoine dont l'agriculture absorbe une si énorme quantité.

CHAPITRE VI.

Le méteil.

On donne le nom de *méteil* à un mélange de plusieurs céréales qu'on sème et qu'on récolte ensemble. Ces mélanges portent différents noms dans les différents pays. Ainsi, dans le midi, on nomme *conségal* le méteil composé de froment et de seigle; *batavia*, celui de froment et d'orge. Les proportions des deux composants varient en général d'après la nature des terres auxquelles on confie la semence; le mélange est d'autant plus riche en froment, que la terre est plus rapprochée de la qualité des terres à froment, et *vice versâ*.

Le but qu'on se propose dans l'ensemencement du méteil est d'obtenir un produit de plus de valeur et donnant une meilleure nourriture, d'un terrain qui semblerait ne pouvoir produire que le grain de la nature la plus inférieure du mélange.

Les raisons théoriques n'ont pas manqué pour proscrire le méteil; les deux plantes devaient se nuire l'une à l'autre; dans la terre à seigle, le froment ne pouvait croître que d'une manière imparfaite et dérober au seigle les sucs qui auraient pu en assurer le succès; les époques de maturité ne concordaient pas, et on aurait à la moisson un seigle qui serait trop mûr et un froment encore vert. La plupart des auteurs qui ont traité du méteil, Rozier, qui faisait de l'agriculture dans sa tête, Yvart, qui la pratiquait sur des terrains trop riches pour que le méteil n'y fût pas une dissonance, Parmentier, qui n'y voyait que la difficulté de la mouture de deux grains de forme et de grosseur différentes, tant d'autres encore qui n'ont pas vu de près la pratique et les résultats de l'ensemencement du

méteil, s'accordent pour le proscrire. Dans ses voyages agronomiques, M. De Candolle qui d'ailleurs avait habité longtemps le midi, a recueilli au contraire des suffrages favorables à ce mélange de grains; et nous pouvons en parler en connaissance de cause, car il est usité encore dans nos métairies, par la conviction intime de ses avantages et malgré les progrès de la culture.

Nous avons des terres qui ne passeraient partout ailleurs que pour des terres à seigle, et qu'on ensemence en méteil, froment et seigle dans la proportion de 1 : 3 et de 1 : 2; dans des terres de même nature, on sème du seigle seul. Or, la récolte du méteil est toujours plus assurée que celle du seigle; elle est plus considérable, elle a plus de valeur. On conçoit, en effet, que les époques de la végétation des deux plantes n'étant pas les mêmes, le seigle peut être surpris par une pluie au moment de sa floraison, sans que le blé en soit atteint; que si l'automne où a lieu le semis est défavorable à la végétation, soit par sa sécheresse, soit par sa basse température, le seigle ne formera que des rudiments d'épis imparfaits, et que si le printemps est mieux tempéré, le froment, qui ne forme ses épis que dans cette dernière saison, les aura beaux et complets, et *vice versâ*. Le seigle veut être coupé en pleine maturité, mais le froment peut l'être avant sa maturité complète; c'est ce que nous avons établi; les composants de ces deux plantes ne sont pas les mêmes, et il semble qu'en travaillant chacune à se procurer les siens, elles travaillent aussi à dégager ceux qui conviennent à l'autre. Enfin, ce qui semble prouver qu'elles se suppléent admirablement l'une l'autre pour que la récolte soit complète, c'est que la proportion des grains dans la récolte n'est pas la même que dans le semis, que tantôt c'est le froment qui domine et tantôt le seigle, ce qui annonce que l'une de ces espèces a pu profiter des faveurs de l'année qui n'auraient pas souri à l'autre. Il est évident que plus les épo-

ques de la maturité des deux espèces sont éloignées, et plus la culture du méteil devient difficile; et elle finit par être impossible. C'est ce qui explique pourquoi elle est plus usitée dans le midi, et pourquoi elle finit par disparaître en avançant vers le nord.

Le mélange seigle et froment est celui qu'on fait pour les ensemencements d'automne; le mélange orge pamelle et froment de printemps, pour les ensemencements de printemps.

Les cultures pour le méteil sont les mêmes que pour le seigle et pour l'orge, et l'époque des semis est celle de la plante qui exige le semis le plus précoce.

Dans l'état actuel du commerce du blé dans le midi, le méteil ne se présente plus sur le marché; il est consommé par le cultivateur lui-même. Ainsi, dans nos métairies, nos métayers prennent pour leur part de la récolte tout le méteil récolté, en nous en tenant compte au moyen d'une quantité proportionnée de froment.

CHAPITRE VII.

Le sarrasin.

Le *sarrasin* (blé noir) (*polygonum fagopyrum*) est une plante d'une réussite si chanceuse, si subordonnée aux influences météoriques, qu'on ne concevrait pas qu'une population entière (celle de la Bretagne) en eût fait la base de sa nourriture, si l'on n'admettait en même temps que le climat de cette province réunit au plus haut degré les conditions qu'elle exige. Un terrain meuble naturellement ou artificiellement, par conséquent siliceux ou crétacé, un climat ou une saison humide, point de vents secs et point de gelées pendant sa végétation, tel est le concours de circonstances qui favorisent cette production.

Le sarrasin exigeant 1,600° de chaleur solaire moyenne, il faut le semer à une époque telle qu'il puisse mûrir avant l'arrivée probable des gelées blanches. Ce semis a lieu en Bretagne vers le 15 juin, pour récolter vers la fin d'août; aux environs de Genève, le 15 juillet pour récolter le 15 octobre; dans le midi de la France, vers la fin d'août pour récolter fin d'octobre. Pendant la durée de cette végétation, la température totale à l'ombre est, à Nantes, de 1,574°; à Genève, de 1,500°; à Orange, de 974°, ce qui démontre de plus en plus que la température observée à l'ombre ne suffit pas pour fixer l'époque de la maturité d'une plante. « Le sarrasin a le temps de mûrir après la récolte du blé, et peut être cultivé en récolte dérobée dans toute la région du maïs[1]. »

Mais en Bretagne les pluies sont bien plus assurées; les vents d'ouest, qui sont les plus fréquents, sont aussi les plus humides, tandis que dans les deux autres lieux que nous avons cités, les pluies incertaines et les vents du nord dominent et sont desséchants; aussi la récolte du sarrasin, qui est à peu près assurée en Bretagne, n'est-elle qu'un accident à Genève et en Dauphiné. C'est un billet qu'on met à la loterie, et qui gagne quelquefois; dès qu'on entre dans la région des oliviers, il gagne si rarement qu'on n'en court pas la chance.

Renfermé dans les limites où son succès est très probable, le sarrasin a des propriétés précieuses; il est peu exigeant et s'accommode des sols pauvres, en proportionnant néanmoins son produit à leur défaut de richesse; pour les pays du nord, il remplit utilement l'intervalle qui s'écoule entre les premières récoltes, surtout celles de l'orge qui se fait de bonne heure, et la préparation des récoltes du printemps suivant. C'est une excellente culture intercalaire. Si les gelées viennent le frapper avant la fructification, son enfouissement procure

(1) Bürger, *Traité d'agriculture*, p. 193.

un bon engrais vert. On le cultive aussi comme fourrage ; les bestiaux le mangent bien ; mais on croit avoir reconnu que quand il était pâturé étant en fleurs, il enivrait les moutons et leur faisait enfler la tête.

Le sarrasin est la première plante qu'on cultive sur les défrichés de landes ; il donne à la terre le temps de se rasseoir ; il profite de l'engrais qu'on y dépose pour le blé, et qui se consomme et devient propre à la nutrition du froment.

Quand on cultive le sarrasin en récolte dérobée, on se borne à donner un labour et on sème à la herse ; la semence ne veut pas être trop enterrée.

Cette plante redoute les terrains humides ; elle veut avoir les pieds dans un sol modérément frais et la tête dans l'humidité chaude ; il ne réussit pas dans les terres tenaces.

Dans les pays où la gelée arrive de bonne heure, on se défie des terrains riches pour le sarrasin, parce que sa production en feuilles est alors très forte et qu'il fleurit plus tardivement. Le grand nombre de feuilles qu'étale le sarrasin le rendent propre à étouffer les mauvaises herbes et en même temps à recueillir abondamment les engrais atmosphériques. Aussi a-t-on remarqué que cette plante épuise peu le sol. Son analyse est la suivante, selon Sprengel

							Acides			
Matières combustib.	Cendres	Potasse.	Soude.	Chaux.	Magnésie.	Fer.	phosph.	sulfuriq.	Chlore.	Silice.
96,797	3,203	0,352	0,063	0,704	1,293	0,073	0,288	0,217	0,093	0,140

Selon Vauquelin, ses cendres seraient composées ainsi qu'il suit :

Carbonate de potasse et sulfure de potassium.	Carbonate de chaux.	Carbonate de magnésie.	Silice.	Albumine.
1,066	0,560	0,432	0,518	0,336

La paille à l'état normal de dessiccation, après la moisson, renferme 11,6 pour 100 d'eau et 0,48 d'azote ; ainsi complétement desséchée, elle possède 0,54 pour 100 d'azote.

Le grain de sarrasin contient, à l'état normal, 12,5 pour

100 d'eau et 2,10 pour 100 de son poids d'azote; complétement desséché, 2,40 pour 100 d'azote.

Ces données suffiraient pour nous faire comprendre que si cette plante recueille en effet une quantité abondante d'ammoniaque de l'atmosphère, elle a besoin néanmoins de trouver la terre pourvue d'engrais salins, et principalement de potasse et de magnésie; cela explique ses succès dans les terrains formés de débris feldspathiques, et pourquoi elle profite bien du chaulage.

La quantité de semence à mettre en terre varie de 140 à 40 litres; mais en général on sème 1 hectolitre par hectare, et un peu plus abondamment si l'on destine le sarrasin à être consommé comme fourrage ou à être enfoui comme engrais vert.

Le sarrasin se défend bien lui-même pendant sa végétation et n'a besoin d'aucune culture. Sa floraison est successive, et peut se prolonger indéfiniment si le temps continue à être beau; mais quand on approche de l'époque où la végétation se ralentit, il ne faut pas attendre que les graines des fleurs supérieures aient noirci; et comme celles qui sont suffisamment formées achèvent de mûrir dans leurs enveloppes, il faut procéder à la récolte. Elle se fait soit à la faucille, soit en arrachant les plantes dont la racine tient peu en terre. On le lie en petites gerbes avec la paille elle-même, et on les place debout deux à deux, l'une contre l'autre; dans le midi, on ne les lie pas et on les laisse en javelle, la tête en haut.

Lorsque la plante est bien sèche, il faut la battre et la rentrer ensuite en grange. Si elle était encore humide, elle s'y moisirait.

Pour donner une idée de l'étonnante différence que les saisons mettent entre les récoltes de sarrasin, nous ne pouvons mieux faire que de mettre sous les yeux de nos lecteurs la série des produits obtenus par Bürger; le sarrasin était semé

constamment sur le chaume du seigle d'hiver. Il a récolté par hectare :

	litres.		litres.
1804.	997	*Report.*	0,000
1805. . Manque total.		1814.	320
1806.	187	1815.	160
1807.	1,180	1816.	160
1808. . . Point semé.		1817.	2,275
1809.	1,730	1818.	2,350
1810. . . Point semé.		1819.	1,063
1811.	2,850	1820.	2,136
1812.	850	1821.	426
1813.	960	1822.	1,923
A reporter.	0,000	Total. . . .	19,568 pour 17 an
		ou par an. .	1,151

Le produit maximum obtenu en Flandre est de 50 hectolitres; le produit moyen en Bretagne de 15 hectolitres. Nous voyons qu'en Carinthie il n'est que de 11h,51, avec des variations de 0 à 23h,50.

Le poids moyen de l'hectolitre de sarrasin est de 57 à 60 kil. Il y a une variété à petits grains qui pèse jusqu'à 65 kil.; la balle qui reste adhérente pèse le quart du poids de la graine. Selon Bürger, 1 kil. de la petite variété contient de 50 à 58,000 grains. Cet auteur affirme que si l'on sème en avoine un champ dont la moitié aura porté du sarrasin et l'autre moitié sera restée en jachère, l'avoine sera moins productive dans la partie qui aura porté la récolte, mais que la différence équivaut à peine à la moitié de l'excédant de matières nutritives qu'on a obtenu du sarrasin. Il s'ensuivrait donc que cette plante tire la moitié de sa nourriture de l'atmosphère. Pour 11h,51 de grain pesant 690k,6, Bürger recueillait 500 kil. de fanes sèches. Ainsi

	Azote.
100k de grain à l'état normal contiennent. . . .	2k10
72,4 de fanes.	0,35
Total.	2,45

Si nous cherchons le prix réel du sarrasin, nous remarquerons que sa culture exige :

Pour un hectare,	un labour en terre légère coûtant. . . .	67k20
—	un hersage.	3,07
—	un hectol. semence à son prix de marché.	22,22
—	récolte arrachée et battue.	25,00
—	le , de 21k30 d'azote par 15 hectolitres de sarrasin.	121,30
		238k79

Ces 238k79, divisés par 15 hectolitres, donnent 15k,29 de blé à la charge de chaque hectolitre, et par conséquent 25k,5 pour 100 kil. de sarrasin.

Ayant adopté une récolte moyenne faible pour le sarrasin, nous ne prendrons pour le froment que celle de 21 hectolitres par hectare; et les frais de sa culture étant de 1008 kil. par hectare, nous aurons pour les frais d'un hectolitre :

$$\frac{1008}{21} = 48;$$

ou, pour 100 kil., les frais seront de 61k,54.

Nous établirons maintenant les deux comptes ainsi qu'il suit :

Froment.			*Sarrasin.*		
100k	à l'état normal. .	61k54	100k	à l'état normal. .	25k50
227	paille sèche. . . .	11,58	72	de fane.	3,86
		73,12			29,36

Poids pour poids, le prix réel du sarrasin serait moins de moitié de celui du blé, et l'hectolitre de blé coûtant 61k,54 de froment, celui de sarrasin coûterait 12k,92, ou dans le rapport de 100 : 21. Or, le blé étant à 17 fr., le prix moyen du sarrasin de Bretagne est de 6 fr., c'est-à-dire dans le rapport de 100 : 34. On voit que le prix vénal est très supérieur au prix réel.

Mais, comme aliment, le sarrasin est au froment, poids pour poids, comme 2,10 : 1,96, ou comme 112 : 100. Nous venons

de voir que leur prix de revient était comme 25 : 61, ou comme 21 : 100. Ainsi le sarrasin est une nourriture à bon marché, celle peut-être qui est au meilleur marché possible. Loin de regarder comme une disgrâce l'adoption d'une telle nourriture, il faut reconnaître qu'elle est une faveur de la Providence pour les pays dont le climat est propre à en assurer la réussite constante, bien sûr qu'on ne pourra l'étendre hors de ces limites naturelles sans être promptement averti de la vanité de la tentative par l'insuccès des récoltes de ce grain. Le sarrasin, cantonné par ses exigences météorologiques dans un climat rigoureusement circonscrit, n'a pu avoir la fortune de la pomme de terre, bien plus indifférente aux influences météoriques.

Selon Petri, la paille du sarrasin vaut 36 quand celle du blé vaut 20; et cette dernière étant estimée à 11^{k},4 du froment les 100 kil., celle du sarrasin devrait l'être à 20^{k},5.

Le sarrasin de Tartarie est une autre espèce (*polygonum tataricum*), à fleurs vertes, plus ramifiée, produisant plus de grains, mais de moins bonne qualité. Elle craint moins les gelées, et par conséquent peut être semée plus tard que le sarrasin ordinaire. Dans les pays où le sarrasin sert de nourriture à l'homme, celui de Tartarie a été jugé et repoussé; mais l'abondance de son produit a pu faire illusion dans ceux où on l'emploie à la nourriture des animaux.

CHAPITRE VIII.

Le riz.

Le riz, cette nourriture d'un si grand nombre d'hommes et l'objet d'un commerce très important, est une plante originaire des plages marécageuses des pays chauds dans les deux

hémisphères; mais les peuples qui s'en nourrissent n'y trouvent un aliment salubre qu'aux dépens de la santé de ceux qui le cultivent, et on peut regretter que l'industrie humaine ait ainsi trouvé le moyen de cultiver des sols pestilentiels, souvent même de les créer, puisque non-seulement on y a fixé des habitants dont la vie est une longue suite d'infirmités; que d'autres, appelés à l'époque des récoltes par l'appât du gain, ne quittent leurs pays salubres que pour venir y puiser les germes de fièvres dangereuses et obstinées; et enfin que les miasmes qui s'en échappent vont frapper au loin les pays qui environnent les rizières.

Non-seulement la population s'éteint dans les pays où l'on cultive le riz et n'existe qu'au moyen d'un renouvellement constant, mais les arbres périssent au loin, et la création d'une nouvelle rizière étend le cercle de ses ravages et nuit à toutes les autres cultures jusqu'à un myriamètre de distance, par les infiltrations d'eau qui s'établissent dans le sol; on est alors contraint de convertir ceux envahis souterrainement en rizières sous peine de les laisser sans produits, et c'est ainsi que le fléau s'étend progressivement à toute la surface du pays.

Et cependant telle est la richesse de la culture du riz qu'une fois introduite dans un État, tous les efforts de l'autorité pour borner son extension viennent échouer contre la résistance de l'intérêt privé. C'est en vain que les souverains du Piémont ont cherché à la restreindre par une foule d'édits; leur longue série, où l'on voit les mêmes défenses constamment renouvelées, prouve qu'ils restaient sans résultats. Ils se bornent maintenant à défendre cette culture à 14 kilomètres de la capitale, à 9,250 mètres des villes de second ordre et des places fortes, et à 1,000 mètres des villes d'un ordre inférieur.

Il suffit d'avoir parcouru ces pays, et nous avons eu occasion de les connaître à fond, dans un long séjour que nous avons fait à Novare et dans la Lumelline, pour savoir que les

habitants des campagnes y vivent avec une fièvre qui, pour avoir perdu ses caractères les plus dangereux, dure pour le plus grand nombre aussi longtemps que la vie, fièvre accompagnée ou suivie de gonflement de rate et d'hydropisie; que leur teint jaunâtre, leur défaut d'activité, annoncent le mal qui les mine, et que tout étranger qui y séjourne compromet sa santé et sa vie. Les hôpitaux de nos armées étaient remplis de fiévreux venus de ces cantonnements. « Il n'y a pas de filles de seize ans dans les pays de rizières, disait Saint-Martin-Lamotte; elles arrivent à peine à la puberté qu'elles atteignent à l'âge mûr, et ensuite, par une rapide progression, à la vieillesse. » En octobre 1801, on comptait 8,000 fiévreux dans l'arrondissement de Biello sur une population de 80,000 âmes

Tout en convenant de l'abus de mettre en culture de riz des terres naturellement saines, on réclame en faveur de celles qui sont marécageuses et où les rizières contribueraient à assainir le terrain en procurant un écoulement régulier aux eaux et y maintenant en été une couche d'eau courante propre à prévenir les exhalaisons malfaisantes. Mais qui ne voit que cette culture appelle à habiter ces pays une population qui, sans elle, irait chercher au loin d'autres occupations; qu'elle y appelle surtout au moment le plus dangereux, celui de la moisson où la rizière est mise à sec et exposée aux rayons d'un soleil ardent et où ces terrains détrempés sont mis en fermentation et produisent le plus de miasmes délétères, un grand nombre de robustes montagnards qui viennent y perdre la santé et la vie?

Maintenant nous applaudissons aux efforts qu'on fait pour adoucir les maux causés par les rizières dans les pays où elles sont irrévocablement établies. Il est très louable de chercher à améliorer l'hygiène des habitants, de leur procurer une meilleure nourriture; il paraît surtout qu'on a trouvé de grands avantages à leur procurer une boisson saine et fraîche, en creusant des puits qui ne permettent pas l'infiltration des eaux

de rizière[1]. Nous ne doutons pas qu'on ne puisse produire quelque bien par ces soins bien dirigés, mais c'est par le chiffre relatif de la population et des journées de présence aux hôpitaux qu'il faudrait surtout décider la question de la prétendue innocuité des rizières.

SECTION Ire. — *Variétés du riz*

Le riz est une plante qui demande à croître dans un terrain constamment inondé ou du moins constamment humide. Examinés de près, ce qu'on appelait des riz secs était des riz croissant dans des pays très pluvieux et qui, dans nos climats, exigent l'inondation ou de fréquentes irrigations. On cultive plusieurs espèces de riz dans l'Inde et en Amérique; en Europe, on en cultive seulement deux.

1° *Riz commun* (riz du Piémont) (*oryza sativa*). Épi à arêtes, grains allongés. Son grain décortiqué est d'un beau blanc. Il exige pour mûrir 3,600° à 3,700° de chaleur solaire moyenne, et dans le climat de l'Italie 2,567° de chaleur moyenne à l'ombre.

2° *Riz sans barbe* (*oryza denudata*, Desv.). Son grain décortiqué est d'un blanc grisâtre; il mûrit avec 2,730° de chaleur moyenne solaire et 1,967° de chaleur moyenne à l'ombre. Quoique ce riz soit moins apprécié du commerce que le riz commun à cause de sa nuance, sa précocité, qui le met de bonne heure à l'abri des orages de grêle fréquents au mois d'août dans la Lombardie, la vigueur de sa constitution qui l'exempte de la rouille et sa plus grande fécondité l'ont répandu dans ce pays. Au reste, la croissance et la maturité de ces deux espèces sont avancées ou retardées selon que l'eau qui les baigne est plus ou moins chaude.

(1) Giovanetti. *Du régime des eaux*, p. 158.

SECTION II. — *Composition du riz.*

La plante de riz, au moment de la récolte, se compose de 100 parties de grain et de 130 parties de paille en poids, plus un chaume de 0m,80 au-dessus du sol qui reste en terre et ne doit pas être compté en déduction de sa fertilité.

Le grain du riz se compose de grain décortiqué, 80 parties; balle et écorce, 20 parties.

Quand il a été parfaitement desséché, M. Payen a trouvé dans le grain :

Amidon	86,9
Gluten et albumine	7,5
Matières grasses	0,8
Gomme et sucre	0,5
Parenchyme ligneux	3,4
Phosphate de chaux et chlorure de potassium	0,9
	100,0

Le dosage de l'azote a donné, pour le riz desséché, 1,39 pour 100; et pour le riz normal contenant 13,4 d'eau, 1, 20 pour 100.

On n'a pas dosé la paille de riz; mais, d'après l'usage qu'on en fait pour la nourriture des animaux, on ne peut guère lui supposer une teneur moindre de 0,24 en azote à l'état normal.

	Azote.
Ainsi, 100k de riz à l'état normal contiendraient	1k20
et seraient accompagnés de 130k de paille dosant	0,31
	1,51

	Azote.
Un hectolitre de riz non décortiqué pesant 75k contiendrait	0k90
et pour 97k,5 de paille	0,23
	1,13

On voit que le riz exige une quantité d'engrais moindre que toute autre céréale, et que quand les eaux ne sont pas crues et apportent avec elles des principes fertilisants, elles peuvent suffire presque seules pour alimenter la récolte. C'est ce qui ar-

rive ordinairement pour les eaux de rivière. Il n'en est pas toujours de même des eaux de source, et les cultivateurs de riz ont acquis une grande aptitude à juger du mérite des différentes eaux.

Section III. — *Préparation du terrain.*

On trouve d'excellentes rizières sur des terres de qualités les plus diverses : sur des graviers presque stériles, sur des sables, sur des argiles, sur des glaises, sur des terres calcaires. L'expérience des Chinois nous prouve aussi que cette plante prospère dans les terrains salifères, et les essais faits dans le midi de la France semblent le confirmer. Pour le riz le support semble indifférent, mais c'est la qualité et la quantité de l'eau qui importent ; selon que les terrains sont plus ou moins perméables, ils en exigent une plus ou moins grande quantité. L'eau est d'autant meilleure qu'elle est plus chargée de principes organiques et qu'elle est plus chaude. On calcule qu'il faut en moyenne un courant d'eau de 1 mètre cube par minute pour l'irrigation de 13 hectares de rizière qui ne soit pas en terrain trop perméable et pour entretenir $0^{m},13$ d'eau sur toute la superficie du sol.

Le terrain est sec, ou bien il est naturellement marécageux soit par défaut d'écoulement, soit par l'existence de sources qui y naissent. Dans le premier cas, on peut avoir une rizière alternée avec d'autres cultures, ou rizière à rotation ; dans le second, on fait une rizière permanente.

Le terrain marécageux ne peut devenir une bonne rizière qu'à condition qu'on aura toujours le moyen de procurer un mouvement, et par conséquent un écoulement à l'eau qu'on amènera pour le couvrir. Cette condition indispensable obtenue, on cherchera aussi à lui donner un degré de solidité suffisant pour qu'il puisse porter les bêtes de travail, ce qu'on fait

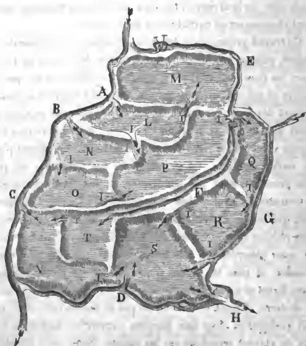
en le divisant par des fossés; si cependant le terrain n'acquérait pas la solidité nécessaire, on serait réduit à le cultiver à la bêche.

Pour les rizières permanentes comme pour les rizières alternes, le premier soin doit être de former une ou plusieurs surfaces parfaitement planes pour que l'eau qu'on y introduit ne laisse aucune place à sec et aucune où l'eau demeure stagnante. Dans le premier cas, il ne germe pas; dans le second, il languit et est sujet à la rouille. On commencera donc par niveler parfaitement la surface du sol de chaque champ; si, étant étendu, on jugeait trop dispendieux d'en former une seule aire, on le diviserait en deux ou plusieurs portions mais dont chacune serait parfaitement horizontale.

Ce travail préliminaire terminé, on laboure la surface de la rizière, puis on procède à la construction des digues de retenue; les unes longitudinales, qui doivent durer autant que la rizière et qui sont dirigées dans le sens des labours et du mouvement des eaux; les autres transversales, coupant angulairement les labours et le cours des eaux, de manière que ces digues achevées, la rizière se trouve divisée en polygones plus ou moins réguliers. La grandeur de ces polygones est réglée principalement par la différence du niveau des plans qui se trouvent du haut en bas de la rizière; on les multiplie dans ceux qui ont de la pente, sans quoi il y aurait trop de travail à les réduire en plan horizontal. L'étendue de ces subdivisions est aussi subordonnée à la considération que plus elles sont grandes, et plus les vagues soulevées par les vents sont élevées, fortes et capables de déraciner le riz quand, après sa sortie de terre, il tient à peine au sol par de faibles radicules : on voit quelquefois alors une tempête couvrir les digues de débris de plantes arrachées par les vagues. Enfin cette étendue est aussi réglée par l'abondance ou la disette d'eau dont on dispose; il est plus difficile de la tenir à son niveau dans les petites divisions que dans les grandes. D'un autre côté, le trop

grand nombre de subdivisions augmente les frais, la difficulté du travail, et occupe inutilement un terrain précieux.

La hauteur des digues doit être de 0^{m},16 du côté supérieur du polygone, et de 0^{m},60 du côté qui correspond au plan inférieur. On leur donne 0^{m},60 à leur base et 0^{m},16 à leur sommet, parce qu'outre leur utilité pour retenir l'eau, elles doivent servir de chemin aux ouvriers pour parcourir en tout temps la rizière ; elles sont construites en terre prise à la partie inférieure du terrain. La rizière a alors une figure analogue à celle que nous mettons sous les yeux du lecteur (*fig.* 164).



Les digues terminées, on donne l'eau à la pièce supérieure ; elle doit s'élever à 0^{m},12. Quand celle-ci est remplie, on pra-

tique une ou plusieurs ouvertures de $0^m,22$ à $0^m,32$ de largeur à la digue inférieure pour que l'eau pénètre dans la pièce immédiatement au-dessous ; quand celle-ci est envahie, on procède de la même manière pour remplir successivement les autres pièces, jusqu'à la dernière dont l'eau se rend dans un fossé d'écoulement. La rizière se trouve ainsi formée de petits étangs séparés par les digues. On profite de cette première inondation pour régulariser le nivellement des pièces de terre dont les défauts sont indiqués par le niveau de l'eau. Après la récolte, les digues transversales sont renversées, et on trace à la charrue de longs sillons qu'on tient ouverts pour servir à l'écoulement des eaux pendant l'hiver.

Le printemps venu, on fume la rizière, s'il y a lieu ; on lui donne un labour, puis on relève les digues transversales, et on la remplit d'eau à la hauteur de $0^m,05$; elle est prête alors à être ensemencée.

Le riz craint les terrains trop riches ou trop engraissés ; il est alors plus sujet à la rouille : aussi ne fume-t-on généralement que tous les trois ans, à moins que l'état des récoltes ne signale la maigreur du fond et des eaux et n'indique la nécessité d'une fumure plus fréquente. En Lombardie, on fume généralement avec 7,600 kil. de fumier ou 60 kil. d'azote par hectare. Le produit étant supposé de 40 hectolitres qui consomment 45 kil. d'azote, il manquerait au riz 30 kil. d'azote sur une fumure de deux ans et ils doivent lui être fournis par les eaux et l'atmosphère.

La quantité de semence varie selon les conditions dans lesquelles se trouve la rizière. Si le sol est tenace et la rizière neuve, on emploie $2^h,10$ de semence par hectare ; si la rizière est vieille, $2^h,8$ l'année où elle a été fumée. Cette dernière quantité est toujours nécessaire dans les terrains mous qui ne se cultivent qu'à la main.

Avant de la répandre, on place pendant 8 à 10 heures dans

un fossé plein d'eau les sacs qui renferment le riz destiné pour la semence, après quoi on les laisse égoutter. En avant du semeur marche un cheval tirant une lourde planche qui aplanit le terrain; le riz se répand à la volée dans cette eau trouble, et il est recouvert par le limon qui se dépose quand l'eau cesse d'être agitée. Les semailles commencent en avril et se continuent quelquefois jusqu'à la mi-juin, en Italie.

Pour échauffer l'eau et le terrain et favoriser la première germination, deux ou trois jours après avoir semé on abaisse l'eau de toute la rizière, de manière à ce que le sol en reste à peine couvert. Quand la plantule s'est développée et que les premières feuilles paraissent, on élève l'eau pour que le terrain ne se réchauffe pas trop. Cependant quand la rizière est sujette aux attaques de certains insectes qui détruisent le jeune plant (*apus cancriformis*, *nepa cinerea*, une teigne d'eau et la larve d'un frigane), on la met à sec pour les faire périr; mais, en général, on élève graduellement le niveau de l'eau depuis l'apparition des premières feuilles et à mesure de leur accroissement, si ce n'est quand elle est trop froide. On atteint ainsi le niveau *maximum*, qui doit être de $0^m,11$ à $0^m,16$. Si, pendant cette période, le vent vient à s'élever avec force, on baisse subitement le niveau de l'eau, et on n'en laisse qu'une couche peu épaisse sur le sol, pour que les vagues qui se formeraient ne puissent déraciner le riz.

Les mauvaises herbes tardent peu à paraître à la surface de l'eau; la plus fréquente et la plus dangereuse est le pied de coq (*panicum crus galli*). Le typha et le roseau sont des plantes vivaces qu'il faut chercher à extirper pendant l'hiver; mais le pied de coq multiplie beaucoup, croît avec le riz, et par la ressemblance de ses feuilles avec celles du riz trompe l'œil qui n'y est pas habitué et nuit beaucoup à la récolte. Le sarclage est donc absolument nécessaire; il se fait un peu avant que le riz ne montre ses tuyaux : il est exécuté par des femmes qui

entrent dans l'eau et arrachent à la main les plantes nuisibles. Cette opération est dispendieuse et très malsaine. Une rizière bien sarclée est délivrée des mauvaises herbes pour plusieurs années.

A l'époque de la végétation où les tiges du riz vont s'élancer, on le voit quelquefois languir et jaunir; alors on lui retire l'eau et on lui rend sa vigueur par l'action immédiate du soleil. D'autres fois il surabonde en feuilles qui prennent une grande élévation et une couleur vert foncé. Les agriculteurs ne sont pas d'accord sur le traitement qu'il faut appliquer à cet excès de végétation herbacée dont l'effet est de compromettre la formation de la graine; les uns donnent un cours plus rapide à l'eau pour qu'elle n'ait pas le temps de se réchauffer; d'autres, au contraire, arrêtent sa circulation pour qu'elle se réchauffe fortement et affaiblisse les plantes. Il est probable que les situations diverses recommandent l'un ou l'autre de ces moyens.

Ce moment passé, et si l'on jouit d'un courant d'eau non interrompu, il faut tenir l'inondation à toute sa hauteur par une introduction régulière et soutenue. Dans certains lieux on ne jouit de l'eau que par tours de six, huit, dix jours; il faut alors inonder la rizière dans ces intervalles, et ensuite fermer les issues pour arrêter l'eau dans les carrés le plus longtemps possible. L'expérience enseigne que le riz se maintient et croît bien, quoique baigné seulement par des irrigations périodiques et quoique la rizière reste à sec pendant cinq, six et huit jours d'une irrigation à l'autre, surtout si le terrain est argileux et tenace.

Avant que le riz ne forme ses panicules, si l'on voit le champ se regarnir de panis pieds de coq (*giavone* des Italiens), il est encore temps de s'en débarrasser. A cet effet, on fait passer le long des sillons des hommes et des femmes qui, avec des faucilles, coupent au niveau des tiges de riz les tiges domi-

nantes de ce panis, en ayant soin de ne pas fouler les pieds de riz qui se rompent facilement et ne se rétabliraient plus.

Dans quelques pays on écime le riz quand il approche de sa maturité, en coupant avec la faucille les feuilles qui dépassent le chaume. Le but de cette opération est de retenir les plantes les plus avancées et de procurer une maturité plus égale; mais elle est abandonnée dans la plupart des pays de rizières où l'on se borne à l'écimage des panis.

Quand les panicules du riz s'inclinent et prennent une couleur jaune rougeâtre, on reconnaît qu'il est arrivé à sa maturité; alors le riz se rompt sous l'ongle sans conserver de liqueur laiteuse, les tiges et les feuilles jaunissent comme celles du blé. Mais toutes les plantes d'un carré ne mûrissent pas à la fois; il faut donc choisir, pour moissonner chaque carré, le moment où le plus grand nombre des plantes présente ces caractères, et attendre ce moment pour chaque carré en particulier. Le temps de la moisson arrive en Lombardie de la fin d'août à la fin de septembre. Les rizières à cultures alternes mûrissent avant celles qui sont perpétuelles, celles dont les eaux sont plus chaudes avant celles où elles ont une température moins élevée.

Le riz se coupe à la faucille; on le lie immédiatement en gerbes et on les transporte sur l'aire, où l'on en fait plusieurs gerbiers (meules de gerbes). On dépique le riz par le moyen des chevaux, d'après les méthodes que nous avons décrites; on peut aussi se servir de machines à battre. Une machine de ce genre, modifiée par Morosi et Colli, introduite en Italie, y rend de grands services en épargnant beaucoup de fatigue aux ouvriers dans le temps de la moisson, qui est aussi celui où sévissent le plus les fièvres intermittentes[1].

Une fois séparé de la paille et bien séché, le riz peut se gar-

(1) Giovanetti, *Du régime des eaux*, p. 159

ver indéfiniment sans craindre les attaques des insectes. On le livre aux marchands, ou on le fait blanchir soi-même. Par cette opération, son volume est réduit de 0,39. On obtient en Lombardie des récoltes de 18 à 60 hectolitres de riz non dépouillé (*rizone*) par hectare, selon la situation et la qualité des terres. Les moindres récoltes sont celles qui sont arrosées par des eaux de fontaine; les plus fortes, celles qui le sont par les eaux des canaux dérivés de rivières.

Dans certaines localités, comme dans les environs de Verceil, on fauche le chaume après la récolte du riz, mais il faut suppléer à ce détritus par des engrais plus abondants et plus fréquents.

L'assolement des rizières alternes varie beaucoup; par exemple, après avoir semé trois années consécutives le champ en riz, on le dessèche, on le fume et on sème du maïs, suivi de froment et de seigle. Si l'on manque d'engrais, on se borne à lui donner une jachère, ou bien on sème après les trois années de riz une première année de froment, sur lequel on jette de la graine de trèfle, et l'on revient au riz après la récolte du fourrage, etc. Quelle que soit la combinaison culturale, les champs restent à peu près aussi longtemps en riz qu'en récoltes faites sur le terrain sec. Les rizières alternes donnent de plus grands produits que les rizières pérennes, mais aussi elles coûtent plus de frais, parce qu'il faut disposer le terrain et relever les digues à chaque rotation. Voici, au reste, les comptes donnés par Ferrario pour ces deux genres de cultures dans le voisinage de Milan.

COMPTE POUR UN HECTARE DE RIZIÈRES ALTERNES.

Labour, 3 journées d'un homme et d'une couple de bœufs à 5f30.	15f90
Construction de digues, 2 journées un tiers à 1f 50.	3,50
Égaliser le sol, retoucher et renforcer les digues après la première inondation, 1 journée et demie d'homme à 1f50. . .	2,25
A reporter. . .	2,165

Report. . . .	2,165
Et 4, 6 journées de femme à 1 fr.	4,60
Semer, un tiers de journée d'homme.	0,50
Sarcler, 7,6 journées de femme à 1^{f}35.	10,25
Moissonner, 11,45 journées d'homme à 1^{f}70.	19.45
Charroi de la récolte, 0,75 journée d'un char à bœufs à 6 fr.	4,50
Dépiquage, 4 heures de travail des chevaux.	7.30
12 hommes pendant 4 heures.	9,10
Pour vanner, cribler, mettre en grenier, 7 journées à 1^{f}50. .	10,50
Surveillant des eaux pendant toute l'année, 0^{f}50 par hectare.	0,50
Semence, 2^{h},8 à 9^{f} 35 l'hectolitre.	26,15
Jouissance de l'eau, un quart du produit brut supposé de 25 hectolitres par hectare.	70,00
Fumier.	75,00
Appréciation des risques par intempéries, le neuvième du produit brut.	48.00
	312,50

Produit.

Produit moyen de trois années, 50^{h},30 de riz à 0f35.	470^{f}30
Paille.	17 40
	487 70
Produit net.	175,20

COMPTE D'UNE RIZIÈRE PÉRENNE SUR UN FOND MARÉCAGEUX DE L'OLONNA.

Extirper les nénuphars et autres plantes aquatiques pendant l'hiver, et purger les fossés, 3 journées de femme à 0^{f}75. .	2^{f}25
Travailler le terrain à la herse et briser les mottes, 15 journées à 1^{f}50.	22,50
Rehausser et réparer les digues, 3 journées.	4.50
Semer, sarcler, moissonner, battre, comme dans la rizière alterne.	61,60
Vanner, cribler, transporter en grenier (le produit étant moindre).	5,80
Surveillant des eaux.	6,5
Semence.	26,15
Engrais; comme dans ces fonds on supplée en partie au fumier par la terre tirée des fossés, seulement.	52,00
Eau d'irrigation. La dépense est moindre, 1° parce que ces rizières exigent une moindre quantité d'eau, celle-ci ne se perdant pas comme dans les terres sèches; 2° parce qu'on se sert, pour les arroser, des eaux à niveau bas qui ne peuvent arroser les fonds élevés, et qui sont d'un prix inférieur; on compte seulement.	35.00
Risques agricoles, un neuvième du produit brut.	32,50
	248,80

Produit.

$30^h,70$ à 9^f85 (le riz se vend un peu plus cher que celui des rizières alternes, étant de meilleure qualité).	302.40
Paille.	17,30
	319,70
Produit net.	70,90

Section IV. — *Prix du riz.*

Il est assez difficile de calculer le prix réel du riz dans les terrains marécageux, parce que ces terrains donneraient probablement une rente très chétive s'ils n'étaient pas soumis à cette culture. Supposons que cette rente provenant de la coupe des roseaux fût de 10 fr. par hectare; nous trouverions, en ajoutant cette rente aux frais et en divisant par le nombre d'hectolitres obtenus :

$$\frac{249+10}{31}=8^f35,$$

qui seraient le prix réel du riz recueilli de cette manière. Nous avons vu qu'il se vendait 9^f85.

Pour les rizières pérennes, dont le terrain propre à l'arrosage serait susceptible d'une rente d'au moins 90 fr., nous aurions

$$\frac{90+312}{50}=8^f04;$$

Il se vend 9^f35.

Si nous recherchons son prix relativement à celui du froment, en comparant leur teneur en azote, nous aurons $1,96:1,20::17:x=10^f41$, ou $47^k,3$ du froment. Ainsi le prix réel du riz décortiqué serait de 120 kil. de blé pour 100 kil. de riz, plus les frais de décortication, puisque ce riz n'est que les 0,39 du riz avec son écorce. Tous ces prix se rap-

prochent trop pour ne pas représenter la réalité de la situation[1].

Ainsi la culture du riz ne ferait que payer un faible excédant de la rente qu'on pourrait tirer du terrain dans un autre état, et son principal avantage consiste dans la suppression de la jachère. Il serait même facile de prouver qu'avec le secours de l'irrigation, le climat propre aux rizières et une agriculture bien entendue, il serait aisé d'obtenir des produits bien supérieurs sans faire courir aux populations les dangers qui accompagnent cette culture. Certes si les gouvernements exigeaient que les propriétaires de rizières fissent les frais du traitement des fièvres, de l'entretien des hôpitaux qu'elles nécessitent et qui sont du fait de cette culture ; s'ils exigeaient qu'ils vinssent au secours des veuves et des orphelins dont les maris et les pères ont succombé sous les coups de ces fièvres, tous ces prétendus bénéfices seraient dépassés de beaucoup; et cependant y aurait-il quelque chose d'injuste dans ces mesures qui donneraient le mal à réparer à ceux qui en sont les auteurs?

CHAPITRE IX.

Les millets (panics).

Les millets ont l'avantage de braver la chaleur et la sécheresse, de donner une paille abondante et délicate, une graine recherchée ; ils croissent jusque sur des sols sablonneux dont le défaut d'humidité éloigne toute autre végétation utile, dans des saisons chaudes pendant lesquelles aucun produit ne pour-

(1) Pour cet article, nous avons ajouté à nos propres souvenirs ce que nous ont offert les ouvrages suivants : *Vera Agricoltura della Lombardia*, di V. Ferrario; Gouffier, *Mémoire de la Soc. d'agr. de Paris*, 1789, Printemps, p. 137; Saint-Martin Lamothe, *Mémoire de la Soc. d'agr. de la Seine*, t. VII, p. 210; Bürger, *Agriculture du roy. Lombardo-Vénitien*

rait se développer. Ils seront donc une grande ressource, soit qu'on veuille obtenir une récolte de terres légères en profitant du printemps, soit qu'on les cultive en seconde récolte sur toute espèce de terre en les semant en été.

On cultive principalement en Europe deux espèces de millets pour en recueillir la graine : le millet d'Italie (*panicum italicum*, millet à grappes), et le millet commun (*panicum miliaceum*). Il faut au millet d'Italie 1,900° de température moyenne et 2,650° de température moyenne au soleil pour mûrir. Le millet paniculé mûrit avec 1,360° de température moyenne à l'ombre et 1,850° au soleil. Le millet d'Italie rend un peu plus de grain, mais plus petit et moins estimé.

On ne sème ces plantes au printemps que quand les gelées blanches ne sont plus à craindre, et en été après l'enlèvement de la récolte céréale, dans les pays dont le climat permet encore d'espérer la somme de température exigée avant l'époque où la température moyenne descendra à + 13°.

La culture nécessaire consiste en un labour suivi d'un hersage ; on sème à la volée 38 litres de grain par hectare dans les terres fortes et une quantité un peu moins grande dans les terres légères. Le semis doit toujours être fait le matin et le soir, avant ou après la chaleur du jour, et on doit recouvrir à mesure la semence qui a été répandue.

Si la sortie du grain a lieu sans que la surface de la terre soit battue par la pluie, on peut espérer un bon produit ; mais si la pluie survient avant la sortie, la germination se fait mal, surtout dans les terres fortes, et la récolte est fortement compromise.

Le grand espacement du millet facilite la multiplication des mauvaises herbes et en ferait la plus détestable des cultures si l'on ne maintenait pas la terre dans un très grand état de propreté. Les binages sont la plus grande difficulté de ce produit. On donne le premier quand les plantes ont $0^m,05$ à $0^m,06$ de

hauteur, le second quand elles ont $0^m,12$ à $0^m,15$. Cette opération, faite avec une petite houe à la main (binette) à travers les plantes assez pressées, exige des ouvriers habitués à ce genre de culture. On espace en même temps les pieds des millets, de manière à ce qu'ils se trouvent à la distance de $0^m,10$ les uns des autres. Bürger dit que dans la Carinthie on fait les sarclages à beaucoup moins de frais au moyen de la herse; le premier coup enterre quelques plantes, mais lorsqu'on donne le second, les plantes sont assez enracinées pour résister à l'instrument.

Quand le millet est semé en seconde récolte, après la moisson de blé, le sarclage devient inutile, parce qu'il pousse dans une saison chaude qui ne permet pas aux plantes adventives de germer.

Dès que le plus grand nombre des graines est mûr, on coupe à la faucille, et avec précaution, pour éviter l'égrènement. On transporte immédiatement et sans fanage les tiges dans des voitures garnies de toiles. La paille se sèche au soleil et se resserre pour la nourriture du bétail.

Les produits communs du millet sont de 31 à 32 hectolitres pesant 70 kil., et se réduisent à 43 quand il est décortiqué. La proportion du grain à la paille est de 100 : 233. Le grain du millet étant très nourrissant, nous ne pensons pas qu'on puisse lui donner un chiffre d'azote moindre qu'au maïs, c'est-à-dire 2,00 pour 100 pour le millet complétement desséché, et comme il retient moins d'eau que le maïs et qu'il ne perd pas plus de 0,10 par la dessiccation, le millet à l'état normal contiendra 1,80 pour 100 d'azote. La paille, qui est une des meilleures, dose 0,96 à l'état sec et 0,78 à l'état normal. Nous aurons donc :

	Azote.
Par 100k de millet à l'état normal.	1k80
285 de paille.	1,81
	3k61

Par conséquent l'hectolitre contient :

	Azote.
70k de grain.	1k26
163 de paille.	1,27
	2k53

On conçoit très bien, d'après cela, que cette plante ait été mise au nombre des plus épuisantes et qu'il lui faille des engrais très abondants ou des terres en très bon état. Une récolte de 32 hectolitres exige 81 kil. d'azote, ou 20,000 kilogrammes de fumier de ferme. D'après nos expériences, le millet s'empare de 0,61 de la fertilité de la terre ; nous avons obtenu à plusieurs reprises 34 hectolitres par hectares de terre qui portaient 20 hectolitres de blé.

Le prix moyen du millet est de 14 à 15 fr. les 100 kil., ou 9 à 10 fr. l'hectolitre, c'est-à-dire que sur le marché 100 kil. de millet valent 53 kil. de blé. Si l'on compare cependant la valeur de ce grain à celle du froment, relativement à leurs principes azotés, nous aurons 196 : 180 : : 100 : 91,83. Ainsi 100 de millet vaudraient réellement 91,83 de froment. Son prix réel est donc inférieur à ses qualités nutritives : c'est une récolte qu'il faudrait consommer soi-même. Il en est de même de sa paille qui est excellente quand elle est bien séchée; les auteurs estiment, d'après l'expérience, son rapport nutritif à celui de la paille de blé de 360 : 250. Si celle-ci vaut 11 kilogrammes de froment, celle du millet en vaudrait près de 16 kilogrammes; mais c'est encore un article trop rare sur les marchés pour avoir un cours et qu'il faut réserver pour sa propre consommation.

On verra par le tableau suivant le compte réel qu'on peut établir pour la culture du millet ; dans le cas où l'on se trouverait bien du hersage en remplacement du sarclage, il pourra être rendu plus favorable :

Dépense.

	Blé.
Un labour à $0^m,25$ de profondeur	141[k]
Hersage double	30
Semence	3
Semis et hersage léger	6
Deux binages à la main	258
Sciage des tiges	63
Battage et transport	106
81 kil. d'azote	512
Rente de la terre	327
	1,479

Récolte.

	Blé.
32 hectolitres ou 2,240 kil. de millet	2,062k00
5,129 kil. de paille	820,64
	2,882,64

Ainsi l'on obtient l'équivalent de la valeur de 2,882 kil. de blé avec une dépense de 1,479 kil., ou de 100 kil. par 52 kil. La valeur du millet pour celui qui le consomme est donc de $\frac{52}{100}$ de celle du blé, et celui-ci étant à 22 fr. les 100 kil., celle du millet sera de 11f 44 et de 8f00 l'hectolitre, plus bas que celui du marché; mais c'est que nous avons admis aussi la consommation de la paille dans la ferme à un prix qu'on ne trouverait probablement pas au marché et qui est encore inférieur à sa valeur réelle.

On conçoit de quel avantage peut être cette récolte qui donne si promptement un si beau résultat, surtout dans les pays où l'on peut l'obtenir en récolte dérobée après celle du blé; mais cela n'est guère possible dans les climats chauds que si l'on peut, avant le labour préparatoire, donner une irrigation à la surface du sol et faire la semaille aussitôt que la terre a été ouverte et hersée, quand elle conserve encore assez d'humidité pour permettre à la graine de lever. Comme récolte de printemps, nous pensons qu'elle peut être suppléée plus avantageusement par les légumes farineux, les racines, et par le

maïs qui laisse la terre en meilleur état de propreté et de richesse.

CHAPITRE X.

Le maïs.

L'introduction du maïs a renouvelé et enrichi l'agriculture du pays où l'on ne cultivait de temps immémorial que des céréales sur jachère. On sait combien est petit le nombre des plantes sarclées qui, étant d'un débit certain, puissent donner du profit; ce problème a beaucoup occupé un de nos anciens et regrettables collègues, M. Morel de Vindé[1]; il a été résolu pour le nord au moyen de la betterave, quand on en a fait du sucre; par la pomme de terre, quand on en a retiré de l'alcool et de la fécule. Mais bien longtemps avant ces derniers progrès, le midi possédait le maïs, et les plaines de la Garonne, les vallées du Jura et la Lombardie doublaient leurs produits au moyen d'une plante qui permettait de nettoyer le sol et fournissait une nourriture abondante et économique à leurs populations. Le maïs commence en effet la série des plantes sarclées, série qui manque dans tous les pays arriérés où elle n'existe que par exception, et qui, dans ceux où elle est introduite régulièrement, est le couronnement et la gloire de l'agriculture. Mais, ne nous le dissimulons pas, les plantes sarclées sont toutes des plantes épuisantes à un degré plus ou moins grand, et leur alternance prolongée avec les céréales deviendrait une véritable calamité agricole si elles ne mettaient pas sur la voie d'une augmentation du bétail et des ressources propres à le nourrir. C'est par cette nécessité d'accroître la masse des engrais que ces plantes, qui peuvent d'abord

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1822 et 1823

être regardées comme un inconvénient pour les terres appauvries, deviennent immanquablement plus tard, par les avantages qu'elles procurent, par la répugnance que les cultivateurs éprouvent pour y renoncer une fois qu'ils les ont appréciées, par l'impossibilité d'en continuer la culture sans augmenter les moyens de fertilisation, un moyen actif pour se livrer conjointement avec elles à la production des fourrages. C'est ainsi que se complètent les assolements réguliers, comme nous le verrons dans la suite de ce traité.

Le maïs a pour les pays méridionaux dont le sol est frais ou arrosé la même importance que la pomme de terre pour ceux du nord; mais il a de plus l'avantage d'être par lui-même une nourriture complète, possédant à la fois tous les éléments azotés et carbonés, tandis que la pomme de terre n'est qu'une nourriture insuffisante si elle n'est pas associée à d'autres éléments qui possèdent les principes qui lui manquent. On consomme le maïs soit en bouillies épaisses (*gaudes*), soit en pâte bouillie (*pollenta*), soit en pâte cuite au four (*milias*); enfin on en fait du pain avec l'addition de farine de froment. On croit que la maladie de la *pellagra*, fréquente dans les pays où l'on se nourrit de maïs, provient de l'usage de sa farine attaquée de moisissure. Les paysans lombards se nourrissent bien au moyen d'un kilogramme et demi de farine de maïs et d'un peu de fromage.

SECTION Ire. — *Variétés de maïs.*

Les variétés de maïs sont très nombreuses, et on en peut voir la description et la figure dans le bel ouvrage de M. Bonafous (*Traité du maïs*); mais elles ne sont pas toutes également productives : quelques-unes sont très tardives et ne conviennent pas à notre climat. Nous nous bornerons à indiquer ici celles qui pourraient être cultivées avec avantage en Europe.

A. Variétés à grain jaune.

1° *Maïs d'été*. Grain jaune orangé; épi de 12 à 14 rangées de 30 à 35 grains; 100 épis produisent 7k,4 à 8k,9 de grains. Le poids moyen de l'hectolitre est de 78 kil.; la tige s'élève à 1m,12. Il mûrit avec 3,350° de chaleur totale (chaleur moyenne, le maximun observé au soleil), comptée au-dessus de 12°,5 de température moyenne, à l'ombre.

2° *Maïs d'automne*. Ce maïs est plus tardif que le précédent et ne se recueille que dans l'arrière-saison. Son grain est jaune orangé vif; son épi, dont l'axe est plus gros que celui du précédent, présente 10 à 12 rangées de 35 à 40 grains; 100 épis donnent 12k,5 de grains; l'hectolitre pèse 75k,5; sa tige s'élève à 2 mètres : il mûrit avec 3,800° de chaleur totale.

3° *Maïs quarantain*. Il est ainsi appelé à cause de la rapidité de sa végétation qui, dans les conditions les plus favorables, ne s'accomplit cependant pas à moins de 80 jours. Son grain est jaune pâle; ses épis de 8 à 10 rangées de 24 à 28 grains; 100 épis rendent 5 à 6 kil. de grains; le poids de l'hectolitre est de 75 kil.; sa tige s'élève de 0m,60 à 0m,70. Le quarantain, semé pendant plusieurs années au printemps prend les dimensions du maïs d'été, mais garde un peu de précocité. Sa farine est moins savoureuse que celle des précédents. Il exige 3,300° de chaleur totale. Dans le midi de la France, on le sème vers le 20 juin pour le récolter en fin d'octobre.

4° *Maïs nain* (à poulets). Grain jaune clair; l'épi n'a souvent pas plus de 0m,08 de longueur; il offre 8 à 16 rangées de 20 grains; 100 épis rendent 3k,3 à 3k,7 de grain. L'hectolitre pèse 78 kil.; sa tige s'élève de 0m,43 à 0m,48. Il est précoce, mais moins que le quarantain, et exige 3,600° de chaleur totale pour mûrir. Il y en a deux variétés à grain pourpre et à grain blanc, qui ne diffèrent en rien de la variété que nous venons de décrire . . . .

5° *Maïs de Pensylvanie.* Grains aplatis, très gros; jaune clair; épi aminci à sa partie supérieure, portant 8 à 10 rangées bien alignées de 50 à 60 grains; 100 épis donnent 14 à 18 kil. de grain. Le poids de l'hectolitre est de 75 kil.; sa tige, d'un beau vert, s'élève de 2 mètres à $2^{m},50$. On dit qu'en Amérique elle atteint $5^{m},80$. En Piémont on a vu jusqu'à 14 épis sur un pied. Cette variété est beaucoup plus tardive que les précédentes; elle exige 4,400° de chaleur totale pour mûrir, mais à la longue elle finit par ne plus avoir dans nos climats que 12 à 15 jours de retard sur la variété du maïs d'été.

6° *Maïs à bec.* Le grain est terminé en forme de bec; c'est un maïs dont la végétation est aussi rapide que celle du quarantain et qui est plus productif.

B. Variétés à grain blanc.

7° *Maïs blanc tardif.* Grains blanc terne; épi de 10 à 12 rangées bien alignées de 35 à 40 grains; 100 épis donnent 9k,25 de grain; l'hectolitre pèse 75 kil. C'est exactement le congénère du maïs d'automne jaune; il lui ressemble par sa taille et par la lenteur de sa maturité.

8° *Maïs de Virginie.* Cette variété à grains aplatis rappelle le maïs de Pensylvanie. Son épi porte de 6 à 8 rangées de 45 à 50 grains. Il est tardif comme le maïs de Pensylvanie, mais c'est un des plus productifs.

Les variétés rouges rappellent celles que nous venons de citer, mais ne sont cultivées que par curiosité.

SECTION II. — *Parties constituantes du maïs.*

Nous venons de voir que le maïs récolté en Piémont pèse de 75 à 76 kil. l'hectolitre; selon M. Pommier, celui qu'on vend

à Paris venant de la Bourgogne ne pèse que 67 à 68 kil. l'hectolitre ; 1 hectolitre contient 227,000 grains.

Bürger a trouvé qu'une récolte de 37 hectolitres lui avait donné :

En grain.	2,775^k
tiges.	2,734
spathes.	739
rafles (axes des épis).	1,334

ou pour 100 kil. de grain :

206	de tiges.
25	de spathes.
48	de rafles.

M. Payen a trouvé dans le grain de maïs :

Amidon.	71,2
Gluten et albumine.	12,3
Huile grasse.	9.9
Dextrine et glucose.	0,4
Ligneux.	5.0
Sels.	1,2
	100,0

L'analyse immédiate ayant donné à M. Boussingault 2,0 d'azote pour 100 du grain de maïs à l'état sec, elle confirme celle de M. Payen, qui a trouvé 12,3 de gluten et d'albumine.

Sprengel a trouvé que le grain du maïs contenait :

Parties combustibles.	Potasse.	Soude.	Chaux.	Magnésie.	Fer.	Acides phosph.	Acides sulfur.	Chlore.	Silice.	Album.	Oxyde de manganèse.
96,015	0,189	0,004	0,032	0,236	0,004	0,054	0,106	0,006	2,708	0,006	0,20

La tige sèche du maïs ne conserve que 0,24 d'azote, et à son état normal 0,19 pour 100.

SECTION III. — *Engrais.*

D'après l'analyse que nous venons de tracer, on jugera que si le terrain manquait de l'élément calcaire, il faudrait le lui fournir en chaulant et marnant le terrain. Ce besoin explique

aussi les bons effets du plâtrage de cette plante. Ils ont été signalés en Amérique et en France par les expériences de M. de Villèle. La richesse du maïs en potasse indique aussi que les engrais alcalins lui conviennent beaucoup; il faut que les fumiers en soient imprégnés, surtout après les récoltes des céréales et des pommes de terre. C'est aussi ce qui rend compte des résultats avantageux de l'écobuage dans cette culture, et cette observation conduisit Bürger à une expérience qui ne laisse point de doute à ce sujet. Il choisit dans un champ maigre, épuisé et souillé de mauvaises herbes, un espace de 32 mètres carrés. C'était une terre argileuse, profonde et friable. Il y brûla, le 26 avril, 56 kil. de tiges de maïs en quatre petits tas placés les uns près des autres. Il faisait un peu de vent; la combustion fut très rapide, et, craignant que les cendres fussent dispersées, il les fit couvrir de terre dès que la flamme fut éteinte. Le feu avait cuit à rouge quelques mottes de terre. Le 28 avril, il fit répandre très également les cendres sur 32 mètres carrés et les enterra par un léger labour; le même jour il y sema diverses variétés de maïs pour comparer leur réussite avec celle des mêmes variétés qu'il avait fumées. Au 15 septembre tous les maïs étaient mûrs, excepté ceux de Philadelphie et du *Canada;* là où tous les tas de terre avaient été brûlés, les tiges étaient très élevées. Par exemple, le maïs de Virginie avait $2^{m},75$ de hauteur au lieu de $1^{m},60$ que prend cette espèce, et chaque tige portait deux épis au lieu d'un seul. Le maïs bergamasque (maïs d'été) était aussi beau qu'il pût être; ses épis avaient 18 à 22 rangées de 27 à 30 grains. Dans l'ensemble de la pièce de terre où s'était faite la combustion, il aurait été difficile de remarquer aucune différence en grosseur de tiges et production d'épis avec la partie de la terre voisine qui avait été fumée. La quantité de tiges brûlées sur cet espace était, à la vérité, bien supérieure à ce qu'il aurait pu produire, en supposant la récolte très abondante. 32 mètres carrés

avaient produit 26 kil. de tiges, et on en avait brûlé 56. Mais si l'on pouvait fumer, sans aucun mélange d'engrais, par cette combustion la moitié de l'espace consacré à la récolte, l'avantage serait prodigieux.

Il est fort difficile de déterminer la quantité d'engrais réellement nécessaire au maïs, défalcation faite de ce qu'il peut emprunter à l'atmosphère. Bürger obtenait en Carinthie les plus grands produits connus en Europe de la récolte de cette plante : 71 hectolitres par hectare. Il croyait que pour 1 hectare de terre maigre et épuisée, il fallait employer 140,000 kil. de fumier représentant 560 kil. d'azote. Lui-même donnait à ses terres 116,600 kil. de fumier, ou 466 kil. d'azote ; dans les terrains en bon état, et pour une rotation entière, il conseillait 70,000 kil. de fumier ou 280 kil. d'azote ; bien entendu qu'il ne fumait que tous les quatre ans. Il y pourvoyait dans sa ferme avec une tête de bétail pour 57 ares. La consommation d'une vache moyenne ne reproduisant que 65 kil. d'azote, nous aurions 456 kil. tous les quatre ans, ce qui se rapproche en effet de 460 kil. qu'il annonçait. Trois années de céréales donnent 60 hectolitres de blé et 71 hectolitres de maïs, ne consommant que 232 kil. d'azote. En nous rendant compte de l'emploi d'une telle fumure, nous ne concevons pas le moyen de l'épuiser en quatre ans, si ce n'est par des récoltes industrielles dont Bürger ne parle pas. Nous ne croyons donc pas que cette surabondance d'engrais, qui au reste ne peut être fournie que pour des soles extérieurs, puisse être recommandée, à moins d'assolements plus prolongés ou de cultures spéciales. On peut obtenir d'aussi beaux résultats à moins de frais.

Si nous passons à un autre extrême, nous allons voir ce qui se passe en Piémont. M. Bonafous nous apprend qu'on y fume les terres tous les quatre ans avec 24,342 kil. de fumier par hectare, et on prend sur cette fumure une récolte de maïs,

deux récoltes de blé et une récolte de seigle, suivies d'une récolte de maïs quarantain ou de millet. Cette quantité de fumier dosant 0,80 pour 100, comme nos fumiers du midi, représente 195 kil. d'azote.

Les trois récoltes de céréales peuvent s'évaluer à 48 hectolitres et prenant au sol 98 kil. d'azote. Il reste donc 97 kil. d'azote pour la récolte du grand maïs donnant en moyenne, sur les terres non arrosées, $22^k,4$, et pour celle du petit maïs $11^h,2$; total, $33^h,6$ qui consomment $51^k,4$ d'azote. Si l'on considère que le fumier peut ne pas doser 0,80, comme nous l'avons supposé, on verra que les agriculteurs piémontais ont proportionné l'engrais à la consommation de leurs récoltes, en laissant leurs terrains dans un état plutôt progressif que stationnaire; mais aussi l'ensemble des récoltes de céréales est loin de donner tout ce qu'elles pourraient donner avec des fumures mieux réparties.

Dans d'autres pays, on plante le maïs à poquets, et on dépose le fumier qui lui est destiné dans les poquets en même temps que la semence. C'est le procédé suivi généralement en Amérique. Dans le bas de la vallée du Pô, on fume aussi le maïs à poquets, ou, si l'on sème sous raie, on place le fumier dans la raie. Selon Bürger, on fume 57 ares avec la charge de 8 brouettes de fumier pesant 40 kil., ce qui donne 561 kil. de fumier par hectare dosant $4^k,49$ d azote. On recueille ainsi 11 hectolitres de maïs par hectare qui consomment 20 kil. d'azote. Il est évident que ces terrains doivent être déjà fort riches, car on ne peut pas supposer que le maïs prélevât $15^k,5$ d'azote à l'atmosphère.

Si l'on examine les méthodes suivies par les meilleurs cultivateurs de maïs, on se convaincra qu'on n'obtient de pleines récoltes que dans les terres richement fumées. Nous avons vu la quantité d'engrais dont disposait Bürger, et les Piémontais sèment le maïs en première récolte et sur la fumure; cela doit

nous faire penser que l'aliquote de l'engrais qu'il absorbe ne doit pas être portée au delà de 37 pour 100 de l'engrais total. Visant, comme nous le faisons toujours, au maximum de récolte, ou à 71 hectolitres par hectare absorbant chacun $1^k,53$ d'azote, nous aurons donc par sa fumure 293 kil. d'azote, ou 73,200 kil. de fumier de ferme. Si la récolte est beaucoup inférieure à ce qu'on attend, comme cela est probable; si, par exemple, on n'obtient que 38 hectolitres de grain qui consomment 58 kil. d'azote, il en restera 235 kil. pouvant produire en première récolte 30 hectolitres de blé, en laissant un reste. Il y aurait donc peu à ajouter pour pousser le blé à son maximum.

L'avantage de la culture du maïs sous ce point de vue consiste dans l'abondance du produit qu'on peut obtenir en lui consacrant beaucoup d'engrais, et en ce qu'il ne verse pas comme le froment, qui s'arrête à un maximum relativement beaucoup plus bas, et qui varie beaucoup selon les terrains et les climats.

Mais cette quantité d'engrais ne peut pas être donnée entièrement avec le fumier pailleux; quand on fume fortement, le fumier doit être consommé, autrement le contact de ces matières hygroscopiques dessèche le sol en attirant à elles toute l'humidité; de plus elles tiennent le sol trop soulevé. Si la saison est sèche et qu'on ne puisse pas disposer de l'irrigation, on voit souvent les récoltes manquer sur ces terrains trop fortement chargés de fumiers pailleux.

SECTION IV. — *Culture du maïs.*

Quand les terres où l'on veut cultiver le maïs ont de la consistance, on doit les ouvrir profondément avant l'hiver; les gelées ayant ameubli la terre, on y répandra le fumier et on l'enterrera par un labour de $0^m,15$ de profondeur. On attendra

ensuite la première pousse des herbes pour donner un coup d'extirpateur ; si la terre se garnit de nouveau avant l'époque des semailles, on donne un second coup. Enfin, le moment de semer étant arrivé, quand la température moyenne à l'ombre a atteint 12°,5 et qu'on ne peut plus s'attendre à des gelées, on procède à cette opération.

On aura réservé pour les semences les plus beaux épis de maïs venus sur les pieds les mieux garnis; on a coutume de n'employer que les grains du milieu, en rejetant ceux du haut et du bas. Cette pratique est-elle fondée sur l'expérience, ou n'est-elle qu'un simple préjugé?

Les grains choisis sont immergés dans l'eau, et on écarte ceux qui surnagent. Comme les grains sont fort gros, que la quantité semée est très petite, que les animaux en sont très friands et que les vides dans la plantation seraient fâcheux, on a cherché divers moyens pour les préserver de la destruction. Le meilleur nous a paru être de les saupoudrer de plâtre quand ils sont encore humides ; Schwerz nous apprend que c'est celui qu'on emploie le plus souvent en Alsace. On se sert aussi à cet effet de la décoction de coloquinte ou d'hellébore blanc (*veratrum*). Ces procédés préservent les grains avant leur germination de la voracité des rats, mais il y a des larves qui attaquent les racines et détruisent le maïs à peine germé. Le seul moyen de les combattre consiste dans les bons labours faits avant l'hiver qui mettent les œufs et les larves d'insectes à découvert. Les expériences de M. de Boning, président de la Société d'agriculture de Vienne, ont prouvé que le chaulage était impuissant pour préserver le maïs de son charbon (*uredo maydis*). D'après celles de M. Th. de Saussure, la graine du maïs, comme d'autres céréales, est susceptible de reprendre plusieurs fois le cours de sa végétation interrompue par le desséchement après le développement du germe.

Le semis fait à la volée exige ensuite tant de soins pour

éclaircir et espacer ces plantes, qu'on doit y renoncer. Les plus parfaits sont ceux qui sont faits au plantoir ou en poquets; on peut aussi semer sous raie ou au semoir. Dans tous ces cas, il faut prendre garde de ne pas trop enfoncer la semence.

Bürger a fait des expériences sur la profondeur à laquelle il fallait la mettre; il a trouvé que les grains enterrés à

0^m,027	sortaient	le 8e jour.
0^m,040	—	9e.
0^m,054	—	10e.
0^m 067	—	11e.
0^m,080	—	12e.
0^m,093	—	13e.
0^m,108	—	14e.

Les grains recouverts de 0^m,135 à 0^m,145 avaient germé en terre; mais 24 jours après la semaille, ils avaient encore une couche de 0^m,080 à percer pour parvenir à la surface; à 0^m,108, qui est la profondeur assez ordinaire du sillon dans le semis sous raie, il faut à la plante 14 à 15 jours pour se montrer dans les printemps chauds, et 18 à 20 dans les printemps froids. Les plantes sont faibles et maladives. Il semble donc qu'on ne doit pas excéder la profondeur de 0^m,03 à 0^m,05.

Le maïs doit être semé en allées pour pouvoir faire passer les instruments entre les plantes. On donne différentes largeurs à ces allées et différents écartements au grain dans la ligne. Bürger croit que les allées de 0^m,65 de largeur et les plantes écartées de 0^m,32 dans la ligne sont un espacement suffisant pour que le soleil et l'air pénètrent bien la plantation (2080^{cq} par tige); que d'ailleurs chaque pied de maïs vient fort bien quand il occupe une surface de 1^{mq},50 dans la terre où le maïs prend une hauteur ordinaire, et 1^{mq},70 dans celle où il prend un grand développement. Il a éprouvé que là où il y avait 89 tiges sur 16 mètres carrés (1685^{cq} par tige), il y avait 75 grandes et belles tiges, 10 plus petites à épis incomplets; 4 tiges por-

taient deux épis et 17 tiges étaient doubles. Là où il y avait 96 tiges sur 16 mètres carrés (1666^cq par tige), il trouvait 101 épis, dont 81 beaux, 13 petits et 8 mauvais; 5 tiges portaient deux épis et 12 tiges étaient doubles. Il en concluait que lorsque de trois en trois plantes on en voyait de doubles, le champ n'était pas semé trop épais. En Alsace les allées ont 0^m,96 d'écartement et les plantes sont à la même distance dans les lignes (9216^cq par tige); mais c'est qu'on sème d'autres végétaux entre les plantes : le maïs n'est pour ainsi dire que l'accessoire. Schwerz voudrait espacer les plantes dans la ligne de 0^m,64 (6144^cq par plant). C'est encore un bien grand espace occupé par la récolte ; mais placé à l'extrémité de la région, il craint que sans cela le maïs ne mûrisse pas dans les années humides. En Languedoc, les allées ont 0^m,81 de largeur et les grains sont espacés de 0^m,54 à 0^m,65 dans les lignes (4374^cq à 5265^cq par plant). Des expériences faites par M. Lanous de Castres, et rapportées par M. de Villeneuve[1], tendraient à montrer que les allées de 1^m,80 de largeur donneraient plus de produit que celles qui n'en auraient que 0^m,90; ayant semé 10 hectolitres de froment sur une terre qui avait produit du maïs espacé à 1^m,80, il avait récolté 161 hectolitres, et seulement 90 hectolitres dans une autre terre où il était espacé à 0^m,90, et que cependant il avait recueilli $\frac{1}{5}$ de plus de maïs dans la première que dans la seconde terre. Il attribuait ce résultat aux labours plus parfaits qu'il avait pu donner à la première. Cette expérience aurait besoin d'être répétée, car cette différence peut tenir à de tout autres causes, à la nature du sol, aux engrais antérieurs, etc. Dans les espacements pratiqués, nous voyons que le plus grand, celui d'Alsace, nous donne seulement 10,855 plants par hectare, et le plus faible, celui proposé par Bürger et usité en Carinthie, 48,077

(1) *Manuel d'agriculture pratique*, 2e édition, t. Ier, p. 378.

plants. Il faudrait que, dans le premier cas, le maïs eût près de cinq fois plus de grains que dans le second pour que les deux récoltes fussent égales ; ce qui paraît bien difficile.

En semant, on met deux ou trois grains de maïs à chaque place que le plant doit occuper. Les allées sont dirigées du nord au midi pour que le soleil frappe les pieds de maïs le plus longtemps possible. Ce principe ne doit être modifié que dans les situations en pente qui, en exigeant des labours du levant au couchant, laisseraient cependant arriver les rayons solaires aux plants par leur situation amphithéâtrale.

A peine sorti de terre, le maïs ne tarde pas à émettre ses racines coronales dont l'origine est même quelquefois hors de terre. Il a beaucoup de propension ensuite à en former de nouvelles, partant des nœuds inférieurs de la tige. C'est une indication pour leur donner des buttages en le cultivant. Dès que les plants ont $0^m,15$ de hauteur, on donne la première culture avec la houe à bras, la houe à cheval ou l'extirpateur ; en même temps on enlève les plants surnuméraires, ne laissant plus que les mieux venant à chaque place. On sème du maïs quarantain à toutes les places vides ; cela vaut mieux que de repiquer du plant qui réussit mal, et on fossoie le tour des plants qui n'a pu être atteint par l'instrument.

On repasse la houe ou l'extirpateur, en leur donnant plus d'entrure quand les plantes ont acquis $0^m,25$ de hauteur ; enfin quand elles atteignent $0^m,32$, on les butte soit avec la houe, soit avec le buttoir ; cette opération est répétée quinze jours plus tard. En Alsace on fait quatre binages à la main qui coûtent 363 kil. de froment (80 fr. selon Schwerz).

Dans les très bonnes terres le maïs talle de ses nœuds inférieurs, et à l'approche de la floraison, il pousse des rameaux dont les épis n'ont pas le temps de mûrir. Bürger pense qu'il est assez indifférent pour le succès de la récolte de retrancher ces rameaux ou de les laisser croître en paix ; ils peuvent cepen-

dant fournir certaines ressources pour la nourriture du bétail.

L'écimage des épis mâles se fait après la fécondation de l'épi femelle. On reconnaît qu'elle est accomplie quand les pistils commencent à sécher et à noircir. Cette opération fournit un fourrage vert excellent. Un hectare bien garni, comme l'entend Bürger, donne l'équivalent de 1,200 kil. de foin sec. On coupe la tige qui porte l'épi mâle immédiatement au-dessous de l'épi. Dans quelques pays on enlève aussi les feuilles inférieures; il est inutile de dire que cette opération est défavorable à la maturation de l'épi femelle. Bürger a trouvé que les grains étaient retraits sur les plants qui avaient subi cette opération. Quant à l'opération de l'écimage en elle-même, sauf l'avantage d'en retirer de la nourriture pour le bétail, elle ne sert qu'à mettre l'épi à découvert et peut être utile dans les pays froids; mais elle est sans utilité dans les pays chauds, où on la néglige sans inconvénient quand les bras sont rares et chers. Passé les quinze premiers jours, les cimes qu'on enlève commencent à durcir et sont moins nourrissantes.

Les vents violents peuvent déraciner les tiges du maïs parvenu à tout son développement et très pesant de la tête, surtout si les plants ont été mal buttés. Quand cela arrive, on les redresse à la main et on les butte au pied.

Le maïs est parvenu à sa maturité quand les spathes sèchent par le haut; mais comme il n'est pas sujet à s'égrener, on peut en retarder la récolte et la faire à sa commodité. On détache l'épi en rompant son support; 26 femmes suffisent pour récolter 1 hectare en un jour. Transportés à la ferme, les épis sont dépouillés de leurs spathes, et on les étend sur l'aire pour les faire sécher. Dans les pays pluvieux et froids, dans ceux où l'espace manque dans les bâtiments, on retrousse les spathes et on s'en sert pour lier trois ou quatre épis ensemble; on les suspend alors sur des poutres ou à l'abri des avant-toits pour les préserver de la pluie. C'est alors un bel aspect que celui des fermes du

pays de Lucques dont les murs sont couverts de cette moisson d'or. Ce travail surrérogatoire qu'exige le liage des épis et leur suspension exige encore une journée de femme par hectolitre de grain. Dans les pays encore plus sujets à l'humidité, comme dans la Franche-Comté, on fait sécher les épis au four.

Soit qu'on sépare immédiatement les spathes ou qu'on le fasse plus tard, ils sont un excellent fourrage sec qu'on peut faire consommer, quand d'ailleurs on n'en trouve pas de débouché dans les villes où l'on s'en sert pour garnir les paillasses et où on les vend alors jusqu'à 10 fr. les 100 kil.

On coupe enfin les tiges ras du sol et on les lie en gerbes; on en fait des faisceaux, de sorte qu'elles ne nuisent pas à l'action de la charrue, en attendant qu'elles soient sèches et prêtes à être transportées. On les empile ensuite pour s'en servir soit à nourrir le bétail, soit à faire de la litière.

Les épis suspendus se sèchent d'eux-mêmes jusqu'à l'époque où l'on veut les égrener; mais il n'est pas sans inconvénient de mettre en tas ceux qui ont été desséchés rapidement sur l'aire. La rafle renfermée sous les grains conserve longtemps son humidité. Il faudrait d'ailleurs des espaces considérables de terrain pour étendre ainsi une grande récolte; si l'on ne dépique pas immédiatement après cette première dessiccation, on mettra les épis dans des magasins bien aérés, en couches peu épaisses et fréquemment remuées, sans quoi le maïs contracterait un goût désagréable. En Amérique et en Hongrie, on construit de grande cages élevées de quelques pieds de terre et soutenues sur de larges pierres plates, pour que les rats ne puissent y aborder. Elles sont formées de lattes minces; on leur donne 6 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur, et on les fait aussi hautes qu'on le juge nécessaire; elles sont recouvertes d'un toit à double pente : les épis de maïs s'y conservent parfaitement secs. Bürger parle d'une de ces cages qu'on nomme *kosh*, établie chez le comte Erdody, près de Varadin, qui avait

80 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur et 6 mètres de hauteur, recouverte d'un toit de paille. On pourrait facilement et économiquement les construire en fil de fer dans les pays où le bois est rare.

On égrène le maïs au fléau quand les épis sont parfaitement secs. Selon Bürger, quatre batteurs dépouillent 13 hectolitres de maïs dans une journée de neuf heures. Il faut que la couche d'épis sur lesquels on bat soit assez épaisse pour que les grains ne s'écrasent pas. Si le maïs n'est pas assez sec, on l'égrène en raclant les épis sur une lame de fer. Il faut alors le double do travail pour égrener la même quantité de grains. M. Bonafous a construit un égrenoir pour le maïs, et en a donné la figure dans son grand ouvrage. Il dit que l'expérience a constaté qu'on en obtenait une grande économie de temps et de forces[1].

Section V. — *Cultures associées au maïs.*

Le grand espacement qu'on donne aux tiges de maïs laisse le terrain à découvert pendant toute la première période de sa croissance et jusqu'à ce qu'elles soient assez élevées pour l'ombrager; aussi lui associe-t-on presque partout des plantes dont la maturité soit assez précoce pour s'achever avant l'époque où le maïs leur déroberait le soleil, ou assez tardives pour qu'elle ait lieu après son enlèvement. Ce sont le plus souvent les haricots, les citrouilles, les pommes de terre, la betterave, le chanvre. Nous parlerons en leur lieu de la culture de ces plantes; nous nous bornerons à dire ici qu'elles doivent être semées dans la direction des lignes, en laissant les allées libres, et qu'après chaque buttage il faut avoir soin de les dégager de la terre qui a pu les recouvrir.

(1) Voyez aussi *Mémoires de la Société royale d'agriculture*, 1833, page 256.

Les haricots grimpants ont besoin de tuteurs qui causent un grand embarras dans les cultures, et quoiqu'on leur en fournisse, ils s'entortillent encore aux tiges du maïs qu'ils gênent dans sa croissance; la récolte est successive et exige qu'on passe et repasse souvent dans le champ. Ce n'est jamais dans une grande culture qu'on pourra les recommander; mais dans les petites, ils paraissent être une des plantes qui donnent le plus de produit, si l'on en juge par la fréquence de son association au maïs.

Les haricots nains ne présentent pas les mêmes inconvénients; parmi ceux-ci, le dolique unguiculé est des plus robustes et des plus productifs dans les pays où le maïs mûrit de bonne heure, et le haricot suisse dans ceux où il mûrit tard. Bürger, dans ses récoltes soignées du maïs, recueillait 11 hectolitres de haricots sur 1 hectare; Schwerz nous dit qu'en Alsace on en recueille 6 hectolitres.

Les citrouilles, les pastèques sont fréquemment cultivées dans les champs de maïs; leurs tiges ne s'étendent qu'après le buttage, et elles mûrissent après la récolte du maïs. A l'époque de sa croissance automnale, la betterave se trouve aussi débarrassée du maïs.

Il est bien tard pour planter les pommes de terre quand on sème le maïs, à moins que ce ne soit dans un terrain frais; d'ailleurs ce tubercule souffrirait de l'ombre projetée par les tiges de maïs.

En Alsace, on sème du chanvre en lignes claires ou en petites touffes dans l'intervalle des pieds de maïs pour se procurer de la graine bien nourrie.

Section VI. — *Maladies du maïs.*

Réservant toujours à d'autres mains ce qui concerne les insectes nuisibles aux plantes, nous nous bornerons à parler ici

des parasites végétaux qui attaquent le maïs, c'est-à-dire du charbon et de l'ergot.

Le charbon du maïs (*uredo maydis*) attaque tantôt la tige à l'aisselle des feuilles, tantôt les fleurs mâles, tantôt les grains mêmes du maïs. La partie attaquée grossit et prend la forme d'une tumeur charnue ; elle se remplit ensuite d'une poussière noirâtre, inodore et fort abondante. Ces tumeurs ont depuis la grosseur d'un pois ou d'une noisette, quand elles attaquent les fleurs mâles, jusqu'à celle du poing et au delà quand elles attaquent la tige ou le grain ; lorsqu'elles sont parvenues à maturité, l'épiderme qui les recouvrait se rompt au moindre choc et laisse échapper sa poussière. On trouve cette maladie dans les champs de maïs situés dans les lieux humides ou arrosés, et surtout dans les années pluvieuses (De Candolle). Cette excroissance déforme la plante et nuit à l'accroissement de l'épi ; le chaulage a été reconnu inefficace contre la reproduction de cette plante. Le remède le plus sûr, c'est l'extirpation de ces tumeurs à mesure qu'elles apparaissent.

L'ergot des grains de maïs, qui se présente en forme de cône allongé greffé sur une sphère, n'est commun qu'en Amérique, où il a été observé par M. Roulin.

Section VII. — *Valeur réelle et vénale du maïs.*

Le prix réel du maïs consistant dans ses frais de production, nous avons dû, par une pleine récolte résultant d'une bonne culture, chercher notre modèle chez l'homme qui l'a faite avec le plus de soin ; c'est le docteur Bürger, auteur d'un traité classique sur le maïs.

Nous donnons, dans le tableau suivant, les détails de sa culture faite sur un journal de Vienne, et réduite à nos mesures métriques et en valeur de froment :

Détail des travaux.	Pour un journal de Vienne. Nombre de journées: chevaux.	hommes.	femmes.	Valeur en froment.	Pour un hectare.	Selon nos données. Pour un hectar.
1806. — Novembre.						
22 et 23. Pour rompre le champ après les raves.	2	1	»	17k02		84 k
1807. — Avril.						
14. Extirpation.	0 1/2	0 1/2	»	5,74		30
17. Labour en travers.	2	1	»	17,02		67
20. Herser.	0 1/2	0 1/2	»	5,74		15
21 et 24. Charrier le fumier. / 27 et 28. Enterrer le fumier.	2 1/2	1 1/4	»	21,28		80
29. Passer la herse renversée pour semer.	0 1/2	0 1/2	»	5,74		15
30. Couvrir au râteau les grains découverts.	»	»	1 1/2	4,47		5
1er mai. Première culture à la houe à cheval.	0 1/4	0 1/2	»	4,36		30
27. Nettoyer les intervalles des plants.	»	»	3 1/2	9,68		87
22 juin. Deuxième cult. à la houe.	0 1/4	0 1/2	»	4,36		46
1er juillet. Butter les plants.	0 1/4	0 1/2	»	4,36		46
2, 3, 4. Relever et déterrer les plants de maïs et de haricots penchés ou trop profondément enterrés, nettoyer les lignes.	»	»	5	14,90		30
8. Butter une seconde fois.	0 1/4	0 1/2	»	4,36		46
13 et 19 août. Arrach. les haricots.	0 1/2	1	10	38,32		60
1er septembr. Battre les haricots.	3 1/2	»	»	19,35		32
Du 22 sept. au 5 octobre. Enlever les épis du maïs et les charrier.	2	1	14	58,74		100
Effeuiller et emmagasiner.	»	»	28	83,44		148
3 et 5 décembre. Transporter en grange, battre et vanner.	»	12	»	71,52		128
Totaux.	15 »	20 3/4	62	390k60	690k10	1017k

	Par journal de Vienne.	Par hectare.	Par hectare d'après nos données.
Produits du tableau ci-dessus.	390k60	690k10	1017k00
Pour semences de maïs, 60 litres par journal.	5,70	10,00	10,00
Semences de haricots.	12,00	21,00	21,00
Engrais pour une récolte de 38h,2 de maïs et de 6h,27 de haricots; ci 82k,21 d'azote.	551,00	973,00	973,00
0,30 de la récolte brute, pour frais d'administration, impôts, direction, etc.	979,14	1728,90	1370,39
	1938,44	3423,00	3391,39
PRODUITS :			
38h,2 de maïs, ou 2,868 k., valant 0,73 du blé.	2091,48	3698,12	3698,12
475 k. de haricots.	470,00	830,00	830,00
7,400 k. de paille de maïs.	660,00	1167,50	95,98
	3221k48	5694k62	4619k10

Nous obtenons l'équivalent de 4,619 kil. de froment avec une dépense de 3,391 kil., ou 100 kil. de froment avec une dépense de 73 kil. Le maïs coûte donc les 0,73 du froment, poids pour poids, et on sait que le maïs d'Italie, à égalité de volume, a presque le poids du froment. Or, d'après le prix de la mercuriale d'Udine de 1800 à 1822, il se vend 17^{f} 49, tandis que le froment vaut 24 fr. Ces deux nombres sont aussi dans les prix relatifs de 73 : 100. A Paris, où le maïs ne pèse que 68 kil., tandis que le froment pèse 76 kil. l'hectolitre, leurs prix relatifs devraient être de 65 : 100.

Cette culture est moins avantageuse que le froment, qui n'exige que 53 de frais par produit de 100, mais elle rend la terre plus nette, mieux préparée aux cultures subséquentes que cette récolte. Elle donne le moyen de pouvoir les continuer sans intercalation de jachère qui mettrait les frais généraux de l'année de repos au compte de la récolte des céréales. Nous devons donc considérer le maïs comme une plante très précieuse et qui serait difficile à remplacer dans les situations spéciales qui lui conviennent. La preuve en serait, au reste, dans la persistance avec laquelle les populations où elle a été introduite s'attachent à sa culture, quoiqu'elle ne se fasse pas toujours dans les meilleures conditions.

Si, en employant la formule que nous avons indiquée au chapitre du blé, nous voulons, au reste, connaître la récolte qui donne le pair des frais, nous aurons :

$$100 = Q - 1048 - \left(\frac{Q \quad 2.17}{100}\right) \times 6,7 + 3,38 \times 6,7 - Q \times 0,30$$

D'où

$$Q = \frac{1025}{0,56} = 1830 \text{ k de froment,}$$

à 1,590 kil. de maïs, dont la paille équivaut aux $\frac{8}{40}$ ou 277 kil. de froment ; reste pour le grain 1,313 kil., qui font 17^{h},5 de maïs. On voit qu'une récolte de 22 hectolitres, tels qu'on les

récolte en Piémont, donne aux cultivateurs un petit avantage; mais le plus grand qu'ils en retirent, et qui fait continuer cette culture, c'est la suppression de la jachère et la netteté qu'elle procure aux terres.

Si l'on compare ensuite les facultés nutritives du maïs à celles du froment, on se rend mieux compte encore de cet entraînement des populations méridionales pour sa culture; les expériences agricoles confirment ce que nous apprend leur teneur en azote : ces deux grains sont entre eux dans le rapport de 200 : 229, ou comme 100 : 87; or, comme le maïs ne coûte que 73, c'est une nourriture à bon marché. En Italie, l'habitude de cet aliment est si forte, que lorsque la récolte vient à manquer, on voit les habitants le payer à un prix supérieur à celui du blé [1]. On sait aussi que le maïs renferme une huile grasse en assez grande quantité, 8,8 pour 100. C'est la plus forte proportion de matières grasses qu'on trouve dans les végétaux; aussi ce grain est-il très favorable à l'engraissement du bétail. Tous les pays à maïs sont célèbres pour leurs volailles, témoin la Bresse et le Languedoc.

Bürger attribue aux tiges du maïs une valeur un peu inférieure à celle de la paille de blé, 8k,93 de froment les 100 kil., tandis que celle du blé en vaut 11 kil. Ces tiges, difficiles à sécher, sont par cela même sujettes à la moisissure, et d'ailleurs leur dureté ne les rend pas propres à faire un très bon aliment. Alors elles ne peuvent plus être employées que comme litière, et leur teneur en azote ne leur donne pas une valeur de plus de 1k,27 de froment. Les spathes sont un fourrage supérieur à la paille de blé; elles ont d'ailleurs une valeur plus élevée en raison de leur usage spécial, mais elles sont en petite quantité; les rafles ne peuvent être considérées que comme un combustible. Ainsi en totalité nous aurions, pour une récolte de 100 kil. de grain :

(1) Bürger, *Voyage en Italie*, traduction française, p. 52.

100 k.	maïs, valant. .	73k00 de blé.
206	tige.	2,62
26	spathe.	3,64
		79k26 de blé.

CHAPITRE XI.

Le sorgho (holcus sorghum).

On cultive plusieurs sorghos pour en obtenir la graine qui est très abondante : ainsi le *sorgho saccharin*, le *sorgho doura* qui fournit la principale nourriture des peuples de l'Afrique. Malgré l'abondance de leurs produits, aucun d'eux ne peut lutter contre le maïs dont ils exigent le climat ; mais le sorgho à balai (*holcus sorghum*) l'emporte sur le maïs même à cause du prix qu'on attache à ses panicules dépouillés de grains, et qui servent, comme l'indique son nom français, à faire des balais. Partout où l'on a des terres riches, des alluvions de rivières qui en renouvellent sans frais la fécondité, et un marché ouvert pour en écouler les produits, le sorgho est une des cultures les plus avantageuses qu'on puisse faire.

Si les terres où l'on veut semer le sorgho sont fortes, il faut les ouvrir avant l'hiver ; sinon on peut ne les labourer qu'à l'entrée du printemps ; on herse, on fume et on enterre le fumier par un nouveau trait de charrue. L'énorme quantité de matière que fournit le sorgho indique assez que la fumure doit être abondante si on veut obtenir une bonne récolte et au moins égale à celle du maïs. On aplanit ensuite la terre au moyen du rouleau, et on sème en lignes espacées de $0^m,90$ dans un sillon tracé par le plus léger des araires. Lorsque les plants sont sortis et ont acquis $0^m,03$ à $0^m,04$ de hauteur, on les éclaircit de manière à laisser entre les tiges une distance

de $0^m,06$ à $0^m,08$. On fait deux ou trois binages pendant le cours de la végétation de la plante, pour maintenir les allées nettes.

Le sorgho exige comme le maïs 4,000° de chaleur moyenne, le maximum observé au soleil, pour parvenir à sa maturité. Dans le midi de la France, on sème en avril et on récolte en septembre. Quand les grains sont arrivés à maturité, on coupe le sorgho avec une faucille à $0^m,75$ au-dessous de sa panicule; il restera donc en terre les deux tiers de sa tige qui parvient à $2^m,25$ de hauteur et quelquefois à 4 mètres. Après avoir battu les panicules sur l'aire, les balais sont rangés en paquets et livrés en cet état aux marchands.

La culture la plus étendue de cette plante se fait dans les terres d'alluvions du Rhône, dans lesquelles les inondations peuvent parvenir et en renouvellent la fertilité. Ces terres produisent 4,200 à 4,300 kil. de balais par hectare, qui sont vendus 30 à 40 fr. les 100 kil., et en outre 51 hectolitres de graine; enfin les tiges qui restent en terre en sont arrachées pour servir de litière et quelquefois de combustible. Le prix de la graine est un peu inférieur à celui de l'avoine; elle est recherchée pour nourrir la volaille. Ainsi l'on peut obtenir d'un hectare un produit de 1,700 à 1,800 fr., sans compter les tiges qui ne se vendent pas. Dans ces conditions, le sorgho est la plus riche culture possible.

Nous n'avons pas encore d'analyse de cette plante, et nous ne pouvons indiquer que par conjecture l'épuisement où elle laisse le sol. D'après son prix, le dosage de sa graine ne devrait pas s'éloigner de celui de l'avoine, c'est-à-dire qu'elle contiendrait 1,77 pour 100 d'azote; si la partie de sa tige qu'on exporte a le même dosage que la tige de maïs (0,19 pour 100 d'azote), et si nous les comparons par leurs tailles respectives, $0^m,75$ et $1^m,12$, nous aurons par 100 kil. de grain :

$$\frac{206\text{ k.} \times 0{,}75}{1{,}12} \text{ de tige, ou } 138\text{ k.}$$

Ainsi, nous avons

100 k. de grain. .	1k77 d'azote.
138 tige. . . .	0,26
	2k03

Mais on a

51 hect. de grain, pesant 2,211 k , donnant	39k00 d'azote
Tige 3,093 donnant	8,05
	47k05 partie exportée.

Si l'on rend à la terre, sous forme de fumier, la partie de tiges non employées, on voit que la perte est peu considérable, puisqu'elle ne présente qu'une récolte de 21 hectolitres de froment. Ce qui la rend plus sensible, c'est l'enlèvement du reste des tiges représentant 16 kil. d'azote, et celui des racines qu'on arrache aussi, et qui en représente au moins 8; c'est donc alors 71 k. d'azote, ou l'azote qui pourrait nourrir 32 hectolitres de froment, qu'on fait disparaître du sol. Voilà dans quelles proportions le sorgho peut appauvrir la terre. Voici le détail numérique de cette culture :

Premier labour.	84k	froment.
Deuxième labour, pour enterrer le fumier, et charroi.	80	
Rouler.	15	
Semer.	20	
Nettoyer les intervalles des plantes et éclaircir.	57	
Trois binages.	138	
Récolte.	100	
Battre et mettre en paquet. . . .	50	
47 k. d'azote.	311,09	
Frais généraux et rente.	327,00	
	1185k09	

PRODUITS.

51 hect. de grain 15/100 de froment.	1743k	de froment.
4200 k. de balais, à 35 f., ou 159 k. de froment le cent	6678	
	8422,00	
Dont: . . .	1185,09	
Reste net. .	7236k91	de froment.

Il est évident que l'élévation de ce produit dépend d'un véritable monopole amené par la situation des terres capables de soutenir cette culture, et la proximité des marchés.

DEUXIÈME CLASSE.

LÉGUMES (PLANTES LÉGUMINEUSES CULTIVÉES POUR LEURS SEMENCES).

Nous avons établi dans la mécanique que la nourriture complète de l'homme devait être composée d'éléments sanguifiables et d'éléments carbonés dans une proportion telle que l'azote y soit la quinzième partie du carbone[1]. Nous avons vu ensuite que parmi les céréales, qui font en général la base de cette nourriture, le meilleur froment seul présente cette proportion, de sorte qu'il peut devenir une nourriture complète sans être obligé d'y ajouter, d'une part, des substances carbonées, comme quand on se nourrit de viandes qui contiennent 8 de carbone contre 1 d'azote, ou des substances azotées, comme quand on se nourrit de pommes de terre qui contiennent 29 de carbone contre 1 d'azote. Les froments peu riches en gluten et en albumine, et les autres céréales, exigent aussi un supplément azoté. Partout où la race humaine est parvenue à un certain degré d'aisance et de développement, une proportion analogue est observée, en mettant toujours en rapport les proportions des deux ordres de substances alimentaires avec celles de la respiration et de la nutrition correspondantes au genre de travaux auxquels les forces des habitants sont appliquées et au climat qu'ils habitent. Comme presque tous les

(1) Lisez un quinzième, au lieu d'un cinquième, à la p. 55 de ce volume.

aliments végétaux excèdent en carbone, on recherche partout les suppléments azotés qui doivent compléter la nourriture. En Irlande, c'est le lait qui accompagne la pomme de terre; en Allemagne, le lard et les choux : le lait et le fromage servent aussi d'auxiliaire au maïs; enfin ce sont les semences légumineuses qui renferment 1 d'azote pour 10 de carbone, la légumine qui remplace le gluten étant plus riche en azote que ce dernier (18 à 19 pour 100 d'azote, au lieu de 16).

Le midi surtout, pauvre en fourrages et en bestiaux, trouve dans les légumes le supplément le plus naturel à sa nourriture végétale; les semences de légumineuses sont sa véritable viande. Le régime de ses habitants, quand il n'a pas pour base le pain riche en gluten ou des pâtes faites avec la farine de blé dur (*macaroni*), comprend habituellement les légumes tels que la fève, le haricot, la lentille; leur usage était général et habituel chez les anciens. On n'a pas encore déterminé à quel principe on doit attribuer les vertus excitantes de ces graines. Elles portent une action spéciale sur les intestins, où elles déterminent un état particulier de phlogose caractérisé par la constipation et la production de vents. Ce principe, dont nous ne jugeons que par ses effets, paraît surabondant dans les graines de certaines légumineuses. Ainsi le fenugrec est considéré comme un médicament dans les débilités intestinales; les vesces et les gesses le possèdent aussi à un haut degré. Les progrès de l'éducation des animaux et l'abondance de la viande ne laissent plus aux légumes qu'une petite place sur la table des personnes aisées, où elles en tenaient une grande jadis; mais le peuple, et surtout le peuple du midi, a conservé ses usages. Les légumineuses ont une très large part dans la consommation de ces contrées, et la facilité de leur débit, les avantages de leur culture dans les terrains qui y sont propres, les rendent précieuses aux agriculteurs dans la combinaison de leurs assolements.

Les légumineuses ont donc pour principale propriété de concentrer dans leurs graines une grande proportion de principes azotés; elles surpassent à cet égard les céréales les plus riches en gluten et en albumine. Elles exigent à leur naissance une terre richement fumée; mais dès qu'elles ont développé leurs organes foliaires, elles savent si bien attirer et s'approprier les gaz fertilisants de l'atmosphère, que le dosage de leurs produits surpasse quelquefois de beaucoup celui de l'engrais du sol, propriété précieuse, puisqu'elle fournit les moyens d'obtenir de riches produits avec une consommation relativement petite des principes de l'engrais.

Ces plantes présentent toutes une assez forte proportion de chaux, et prospèrent particulièrement quand cette substance leur est fournie graduellement et d'une manière continue. Le plâtrage leur est très favorable. Le lupin, qui semble exiger des terrains ocreux, est aussi très sensible au plâtrage. Elles redoutent les terres dans lesquelles se trouve la moindre trace d'acidité, et quand on en trouve de pareilles, il faut les chauler ou les marner pour obtenir une bonne récolte de légumes.

On a remarqué que, cultivées sur certains terrains et en particulier sur ceux sur lesquels le plâtre répandu sur les prairies artificielles ne produit aucun effet, les graines légumineuses durcissaient à la cuisson au lieu de se ramollir, et qu'on ne peut les manger qu'après les avoir pelées et mises en purée, ou en les faisant cuire avec un alcali (un petit sachet de cendre mis dans le pot). On a beaucoup différé sur la nature de ces terrains; les uns ont trouvé qu'ils abondaient en parties calcaires; Schwerz a prétendu au contraire que les pois ne cuisaient pas quand ils étaient cultivés sur des sols privés de chaux : il dit aussi que les pois plâtrés résistent à la cuisson. Si l'on ajoute à ces caractères que les légumes durcissent aussi quand on les fait cuire dans l'eau séléniteuse, on se convaincra que la cause de ce phénomène est une incrusta-

tion de sulfate de chaux qui pénètre leur peau et la rend imperméable. Quand on veut obtenir des légumes cuisant bien, il faut donc se garder de les cultiver sur des terres contenant des sulfates.

Quant aux procédés de culture, le maïs nous a servi de transition entre celle des céréales et celle des légumineuses; comme le maïs, elles sont en général cultivées en ligne et deviennent ainsi des récoltes sarclées.

CHAPITRE Ier.

Les haricots.

C'est par les haricots que nous commencerons le détail des légumineuses; la première raison de cet ordre, et la plus faible sans doute, c'est l'association habituelle de cette plante avec le maïs. Mais une autre raison qui nous semble décisive, c'est que les autres légumineux paraissent prélever en grande partie, si ce n'est en totalité, leurs principes gazeux sur l'atmosphère; qu'ils n'épuisent pas le terrain et quelquefois lui laissent, par leurs chaumes et leurs racines, plus qu'ils ne lui ont pris, tandis que le haricot puise dans le sol, comme les céréales, les éléments azotés de son organisation, et que par conséquent il se rapproche de celles-ci par la quantité d'engrais qu'il faut lui consacrer.

Le haricot est avec le pain de froment la base de la nourriture des populations françaises du sud-est, mais son usage est répandu partout parmi les populations pauvres qui y trouvent un aliment économique et très nourrissant.

On en cultive plusieurs espèces et variétés qu'en suivant les traces de M. Vilmorin nous placerons dans deux divisions: 1° les

haricots ramés, dont la tige grimpante a besoin d'un appui pour se soutenir; et 2° les *haricots nains*, dont la tige ne s'élève pas et qui n'ont pas besoin de tuteurs. Nous ne ferons mention ici que des espèces productives propres à être cultivées en grand.

§ 1. Haricots ramés.

1° *Haricot de Soissons*. Graine blanche, plate, grosse. Très cultivé dans le nord de la France.

2° *Haricot sabre*. Graine plate, blanche, de moyenne grandeur; gousses très allongées et recourbées. Sa tige s'élève beaucoup, et il lui faut une forte ramanée. Cette espèce est très productive et se mange en vert et en sec.

3° *Haricot de Prague*. Grain rond, rouge, violet; tardif; ne mûrit pas toujours dans le nord. Il est très productif, mais s'élève beaucoup et demande à être ramé très haut.

Il y en a une variété dite *bicolore* et une autre dite *jaspée* qui sont fort estimées.

4° *Haricot de Lima* (*phaseolotus lunatus*). Grain très gros, épais, blanc sale; gousse large, courte, chagrinée. Espèce d'un grand produit, s'élevant beaucoup; maturité tardive, qui quelquefois ne s'accomplit pas dans le nord.

Il y a une variété dite *du Cap*, dont le grain est aplati, plus large et taché de rouge.

5° *Dolique à onglet* (dolichos unguiculatus); mongette ou banette des Provençaux. Son grain porte une tache noire. Cette espèce est d'un bon produit.

§ 2. Haricots nains.

6° *Haricot de Soissons nain*. Grain semblable à celui du Soissons ramé; hâtif.

7° *Haricot nain blanc*. Graine blanche, petite, aplatie; fait une touffe grosse et très ramifiée.

8° *Haricot sabre nain*. Excepté la forme de sa cosse, semblable au précédent ; graine plus petite.

Ces deux espèces ont leurs gousses attachées très bas, traînant à terre, et ne doivent pas être placées dans les terrains humides.

9° *Nain blanc d'Amérique*. Grain petit, blanc, un peu allongé. La gousse un peu arquée se colore en rouge brun. Touffe grosse et ramifiée. Très fécond.

10° *Haricot solitaire*. Grain rouge violet, marbré de blanc. Touffe très forte, très ramifiée. Très productif.

Les haricots aiment particulièrement les terrains frais; il faut donc les semer sur une culture profonde[1]. Dans les sols légers et secs des provinces méridionales, on ne peut compter sur leur récolte qu'avec le secours de l'irrigation, surtout pour les grandes espèces. Celles qui se passent le mieux de ce secours sont les haricots nains et les dolics.

Soit en raison de la nature plus coriace de leurs feuilles, moins propres que les feuilles charnues à absorber les gaz atmosphériques, soit par toute autre que nous ignorons, le haricot épuise la terre dans laquelle on le cultive, et diffère ainsi des autres légumineuses.

L'hectolitre de haricots pèse 77 kil.; la teneur de la graine est de 4,30 d'azote pour 100 à l'état sec et de 3,91 à l'état normal. Sa paille pèse à peu près le même poids que le grain, et dose 1,60 d'azote pour 100 à l'état sec et 1,00 à l'état normal. Nous avons donc :

Pour 100 k. de haricots. .	3k91 d'azote.
100 k. de paille. . .	1,10
	5,01
Et pour un hect. 77 k. de grain. .	3k02
77 k. de paille. .	0,77
	3,79

(1) *Culture des plantes à grains farineux*, p. 371 et 378.

Bürger ayant semé pendant trois ans des haricots sur le même terrain qui avait reçu une fumure médiocre de 20,000 kil. de fumier dosant 80 kil. d'azote, et qui, après les récoltes précédentes, devait en posséder encore 93 kil.; total : 173 kil, obtint :

La première année.	16 hect.	disons.	60k52 d'azote.
La deuxième année.	20	....	75,80
La troisième année.	7	....	26,87
			163k19

Après la deuxième récolte, il ne restait en terre que 37 kil. d'azote pouvant produire 10 hectolitres de haricots. On n'en a obtenu que 7 hectolitres. L'épuisement de la terre était évident. La supériorité de la seconde récolte nous montre que cette plante aime l'engrais consommé.

Le haricot mûrit avec 1,400° de chaleur moyenne, le maximum observé au soleil, depuis le commencement de sa végétation.

D'après ce que nous avons dit, la destination agricole de cette plante est d'occuper au printemps les terres fraîches ou arrosées; en été, après les moissons, les terrains arrosés et même les terrains secs, si des pluies suffisantes tombent à la fin de cette saison, et si à cette époque on peut espérer encore la somme de chaleur nécessaire à sa maturité.

La culture du haricot se fait ou en lui consacrant entièrement le terrain, ou en l'associant à une autre culture.

Quand on veut semer spécialement le haricot au printemps, on prépare la terre avant l'hiver par un labour de $0^m,25$; la récolte *maximum* obtenue étant de 50 hectolitres (Bürger) par hectare, on lui donne un engrais contenant 186 kil. d'azote (46,500 kil. de fumier de fane). En Alsace on parvient à un rendement de 29 hectolitres pour les haricots semés seuls. On sème à poquets, au plantoir ou sous raie. Dans ce cas on place des semences en laissant un sillon vide entre deux

sillons semés; la charrue est suivie de deux femmes qui disposent trois ou quatre graines à $0^m,16$ les unes des autres; elles ne doivent pas être enterrées de plus de $0^m,05$.

Les intervalles indiqués sont trop peu considérables pour qu'on puisse cultiver les haricots à la houe à cheval; mais cette méthode ferait perdre trop de place, et la récolte en serait fort amoindrie. Ce qu'on obtient de plus en serrant les plantes compense bien au delà les frais des binages à la main; mais par là aussi la culture des haricots est principalement appropriée aux pays populeux où l'on peut facilement trouver des ouvriers.

Si l'on peut disposer de l'eau d'irrigation, on arrose par infiltration chaque fois que la terre cesse d'être fraîche à $0^m,05$ de profondeur, en faisant entrer l'eau dans les intervalles des allées légèrement creusées à la houe à la main[1], ou bien chaque fois que les mauvaises herbes se montrent dans les intervalles.

Quand les tiges des haricots grimpants commencent à s'élever et à vouloir s'entortiller les unes aux autres, on leur met la rame qui consiste à placer obliquement de mètre en mètre trois menues branches, de manière qu'elles se réunissent par leur sommet comme quand on fait un faisceau d'armes. Cette opération augmente singulièrement le produit du champ. Le bois qui n'est que de la ramée propre à ce fait se retrouve après la récolte.

Quand le plus grand nombre des gousses a séché sur plante, on coupe la tige près de sa base, et on la transporte à la ferme où on la bat au fléau.

Les semis d'été se font dans le midi immédiatement après la moisson, dans le terrain qu'on peut inonder à cette époque. Deux jours après l'inondation on donne un labour, un hersage, et puis on sème.

(1) Tome I, première édition, p. 477; deuxième édition, p. 442.

Le haricot, considéré comme culture accessoire, se place dans les champs de maïs, et on sème alors un haricot auprès de chaque pied de maïs. Le semis des deux graines doit être simultané. On choisit alors les haricots ramés auxquels la tige du maïs sert de tuteur. Le haricot profite de l'engrais et des cultures destinées au maïs. On sème aussi le haricot nain dans les vignes bien tenues et dont le terrain est riche, dans les vergers et les plantations de mûriers, après le premier binage de la vigne; mais on n'emploie ainsi que les haricots nains. On sème indifféremment le haricot ramé ou le haricot nain dans les intervalles des planches de garance.

En Alsace on parvient à un rendement de 6 hectolitres pour les haricots semés dans le maïs; en Carinthie on obtient 37 hectolitres de maïs et 9 hectolitres de haricots avec un fumier dosant 120 kil. d'azote. Or, nous avons la consommation suivante :

37 hect. de maïs. . . .	56k61 d'azote.
9 hect. d'haricots. . .	31,11
	90,72

On voit que cette fumure est très suffisante et que la récolte laisse encore la terre en bon état.

Le prix de marché du haricot est à peu près celui du froment, tandis que par leurs facultés nutritives ces deux grains sont comme 2 : 1. Cette différence vient de ce que le haricot, ne pouvant jamais entrer qu'en une certaine proportion dans la nourriture, est moins demandé que le froment. C'est le sort de toutes les nourritures supplémentaires, comparées aux nourritures bases, d'avoir une valeur vénale moindre que ce que comporteraient leurs propriétés nutritives.

La valeur réelle de la paille serait, d'après sa teneur, de quatre fois celle de la paille de blé, mais nous ne connaissons pas d'expérience tentée pour la connaître réellement; sa texture ligneuse nous fait supposer cependant qu'elle est fort in-

férieure, pour la nourriture des animaux, à celle des pois. Nous nous contenterons, dans le compte suivant, à la comprendre comme litière et pour sa teneur en azote. Le prix réel du haricot, tel qu'il résulte de ses frais de culture, est le suivant :

CULTURE SPÉCIALE DU HARICOT.

Un labour de 25 cent. dans un terrain moyen.	158 k. de blé.
Pour une récolte de 30 hect. de haricots, 114 k. d'azote.	763
Second labour pour enterrer le fumier. . .	84
Hersage.	15
Semis sous raies.	57
Deux binages à la main.	92
Récolte.	60
Ramer les haricots.	250
Frais généraux et rente.	327
	1706 k. de blé.
Produits.	
30 hect., ou 2310 k. de haricots, dont il faut déduire 1h,5 pour la semence.	2194 k. de blé.
2310 k. de paille, contenant 23 k. d'azote. .	154
	2348

Ainsi on obtient l'équivalent de 2,348 kil. de blé avec 1,706 kil., ou 100 kil. pour 73 kil. de blé.

CULTURE ACCESSOIRE DU HARICOT.

Supposons, pour partir d'un point déjà connu, que le haricot soit cultivé avec le maïs, et qu'il suive dans son produit la proportion que nous avons indiquée de 9 hectolitres de haricots contre 37 hectolitres de maïs.

Les haricots ne coûtant ici d'autres frais que les binages à leurs pieds et l'engrais, nous aurons donc :

2 binages, 8 journées.	47k20
Engrais pour 693 k. de haricots.	227
	274,20
Profit.	418k80
Le produit.	693

Nous avons donc 693 kil., plus 693 kil. de paille valant 46 kil. de blé, ou en totalité 739 kil. pour 274k,20 de blé, ou 100 kil. pour 27 kil. de blé. Mais les cultivateurs ne calculent pas tout à fait ainsi ; ils pensent que l'addition des haricots dans le terrain n'augmente pas ou augmente très peu les frais de culture ; ils ne s'aperçoivent pas de la consommation d'engrais faite par le haricot : ils le regardent donc comme une récolte obtenue gratuitement. Aussi une grande partie de ces légumes nous vient de ces cultures accessoires, et on cultive principalement le haricot en culture spéciale sur des terrains bornés, dans le but d'en consommer une partie en vert, ou en seconde récolte, après la récolte du blé, pour lui faire consommer l'engrais dont le blé n'a pris qu'une aliquote et dans une saison où l'on est moins occupé en beaucoup de lieux, et où les binages sont plus faciles et moins coûteux.

CHAPITRE II.

Les fèves.

La fève réussit bien dans les terrains argileux, tenaces et humides ; sa maturité est précoce. Ces deux qualités la rendent très précieuse pour les assolements de ce genre de terrains ; elle est pour eux le pivot de la culture alterne. C'est ce que les cultivateurs anglais ont bien senti ; ils étendent de plus en plus la culture de la fève et n'admettent pas cette ubiquité de la pomme de terre qui réussit mal dans les terrains tenaces, qui n'y donne que des tubercules de qualité inférieure, et que cependant la routine place partout sans consulter les convenances agricoles de cette plante.

Ce n'est pas que la fève ne puisse réussir aussi sur d'autres sols, si le climat est frais et la saison humide, mais dans les

terres légères d'autres végétaux peuvent lui disputer l'empire : le maïs au midi, la pomme de terre au nord, etc., tandis que sur les terres fortes la fève l'emporte par sa réussite. L'appropriation des plantes aux terrains est un art qui épargne bien des mécomptes. Quand Schwerz dit que les fèves sont pour l'Allemagne, l'Angleterre et les Pays-Bas ce que le maïs est pour le midi, il n'a en vue que les terrains gras et humides de ces contrées. C'était l'avis d'Arthur Young quand il disait : « Il est difficile de faire rendre à un sol humide, sans le secours des fèves, tout ce qu'il est susceptible de produire. »

La fève est employée à la nourriture des hommes et des animaux. Fraiche, on en fait une grande consommation dans le midi ; sèche, elle est avec l'orge et la paille la base de la nourriture des animaux de travail dans ces contrées, où les récoltes fourragères sont incertaines. Dans le nord elle entre aussi dans le régime comme supplément au foin ; réduite en farine, elle sert à l'engraissement des animaux.

La composition de sa graine, à l'état sec, sur 10,000 parties, est la suivante d'après M. Boussingault :

Azote.	Acid. sulf.	Acid. phos.	Chlore.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Silice.
0,550	0,005	0,106	0,002	0,016	0,027	0,142	0,000	0,002

La graine de fève à l'état normal contient ordinairement 8,6 pour 100 d'eau.

Sa paille est appréciée par la plupart des agriculteurs à l'égal de celle des pois, qui, d'après M. Boussingault, contient à l'état sec 2,31 pour 100 d'azote. A l'état normal la paille contient 12 pour 100 d'eau. Le poids de la paille est à peu près le même que celui du grain récolté.

Nous avons donc pour 100 k. de grain à l'état sec :

Grain.	5k50 d'azote.
100 k. de paille.	2,31
	7,81

A l'état normal :

100 k. de grain.	5k02
100 k. de paille.	2,03
	7,05

L'hectolitre de fèves, à l'état normal, pèse :

88 k. donnant.	4k42 d'azote.
88 k. de paille.	2,07
Par hectolitre. . .	6,49

Einhoff a trouvé dans les fèves :

Amidon et fibres.	0,465
Légumine.	0,127
Mucilage.	0,090
Ligneux.	0,162
Eau.	0,155
	0,999

Comme le blé, les fèves entrent en végétation avec 6° de température moyenne. A Paris, à partir de ce point elles mûrissent avec 2,500° de température moyenne solaire, ou 1,720 à 2,200° de température moyenne à l'ombre, selon l'état plus ou moins nébuleux du climat ou de l'année. Sa végétation dure de la mi-février au 20 juin en Provence ; de mars en août à Paris ; de mars en fin septembre en Angleterre.

On ne saurait trop apprécier l'avantage qui résulte pour la culture de plantes qui produisent beaucoup, quoiqu'elles soient espacées, et qui ainsi peuvent se cultiver en lignes sans diminution de produit. Cette propriété est le caractère principal de celles qui composent le groupe des cultures jachères, et c'est méconnaître cet avantage que de le sacrifier à une trompeuse facilité dans les travaux d'ensemencement, qui impose ensuite de lourdes charges dans ceux de nettoiement et d'ameublissement. Nous regardons donc comme un contre-sens les semis des fèves à la volée. Elles doivent servir d'utile préparation aux récoltes céréales : c'est là leur véritable fonction

culturale; mais en même temps il faut s'en assurer le produit maximum et ne pas faire en vain ces frais de culture.

On doit, en bonne règle, ouvrir avant l'hiver toutes les terres qui doivent être ensemencées à la fin de cette saison ou au commencement du printemps suivant, à plus forte raison pour une plante qui doit occuper un terrain argileux et humide. On ne trouverait que trop tard, dans le commencement de l'année, le moment propice pour le labourer; d'ailleurs les fèves aiment un terrain bien défoncé et le labour doit être profond, au moins de 0m,25. Si ce travail a fourni de grosses mottes qu'on ne pourrait pas briser sans de trop grands frais, on attend les effets des gelées et des météores, et on retarde la fumure jusqu'au printemps, si le semis ne doit avoir lieu qu'en cette saison. Mais si les mottes peuvent être brisées, on fumera avant l'hiver et on enterrera le fumier, au moyen d'un second labour, à 0m,12 de profondeur. M. Mathieu de Dombasle y voyait un grand inconvénient pour les terres argileuses de Roville situées en pente; il craignait que les pluies d'hiver n'entraînassent les sucs des engrais[1]. D'un autre côté, il est bien difficile d'entrer dans de pareilles terres, à la fin de l'hiver, avec des voitures chargées. La crainte de notre célèbre agronome nous paraît exagérée, car elle conduirait à ne jamais fumer la terre en pareille situation.

La récolte maximum des fèves étant de 120 hectolitres et leur rendement moyen dans les terres bien cultivées de 21, le dosage que nous avons indiqué plus haut serait effrayant en ce qu'il nous obligerait à donner aux terres une bien grande quantité d'engrais, et nous ferait pressentir un bien grand épuisement du sol pour obtenir un produit d'une valeur vénale inférieure à celle du froment. Comment accorderions-nous cet épuisement indiqué par la théorie avec l'opinion gé-

(1) *Annales de Roville*, t. II, p. 83.

nérale des agriculteurs qui regardent la fève comme la meilleure préparation pour les autres récoltes ; avec leur réussite sur des terrains médiocres où les céréales ont peine à pousser ; enfin avec la propriété qu'elles ont de se succéder à elles-mêmes sans interruption avec une amélioration constante du terrain ? On ne peut expliquer ces résultats évidents qu'en admettant que la fève tire de l'atmosphère une grande partie de ses principes nutritifs. Une expérience directe va nous montrer dans quelle proportion. Arthur Young [1] sema en fèves un terrain qui produisait sans engrais 16h,97 de froment. Labouré en automne, il fut labouré de nouveau et ensemencé en mars, en rangées à $0^m,60$ de distance. Il fut traité de la même manière l'année suivante, puis une troisième année. Voici les résultats produits par un hectare :

	Produits	Azote de la récolte.	Azote du froment.
Froment moins la semence.	15hect,25	31,26	115 k. l'aliquote prise par le froment supposée de 0,27.
Première récolte de fèves. .	15,7	147,32	
Deuxième récolte.	17,4	112,93	
Troisième récolte.	36,3	235,59	
Consommation des trois récoltes.		495,84	
Il y avait en terre.		115,00	
Excédant. .		380,84	

Cette culture paraît avoir notablement amélioré le terrain lui-même, outre tout ce qu'elle a produit, si l'on en juge par la récolte de la troisième année ; mais on peut aussi attribuer ce succès à des saisons particulièrement favorables. En supposant que les fèves laissent la terre dans son état primitif, il n'en résultera pas moins que nous avons obtenu en trois ans un produit contenant 496 kil. d'azote, ou par an 165 kil. représentant 41,333 kil. de fumier de ferme. Cette expérience tend à démontrer que les fèves peuvent tirer toute leur subsis-

(1) Tome XII, p. 32.

tance de l'atmosphère, au moins en ce qui concerne les principes azotés; et c'est ce que l'expérience suivante va achever de nous démontrer.

Le même expérimentateur fit défoncer une partie de champ de même nature que le précédent (argileux). Il y fit répandre du fumier à raison de 106,000 kil. par hectare, dosant 424 k. d'azote, et de plus 72 hectolitres de cendres de houille; il obtint $120^h,8$ de fèves par hectare, produit presque fabuleux, qui provint autant du défoncement, qui permit aux fèves de pousser de longues racines, que de l'engrais lui-même; mais enfin, sur ce terrain dont la fertilité naturelle n'était que de 84 kil. d'azote auquel on en ajouta 424, en totalité 535 kil., les fèves ont pu s'emparer de 780 kil. d'azote, ou 245 kil. en sus de la richesse, tout en laissant la terre en très bon état [1]. On avait bien remarqué déjà cette singulière attraction des légumineuses, et des fèves en particulier, pour les gaz ammoniacaux, mais on ne l'avait pas mesurée, et elle dépasse ici toutes les prévisions. M. Boussingault avait constaté pour les topinambours une absorption de 43 kil. d'azote par année; mais celle de 165 kil. par les récoltes de fèves cultivées sans engrais, et celle de 245 par une seule récolte de fèves en sus de l'engrais du sol, dépassent tout ce qu'on avait imaginé.

Ici se représente la question des engrais verts. Avec leur énorme dosage, les fèves sont un engrais des plus énergiques, et comme elles réussissent dans des sols d'une nature que le lupin ne veut pas accepter, on ne doit pas s'étonner qu'elles soient aussi appréciées des Bolonais, qui font précéder les récoltes de chanvre par l'enfouissement des fèves en fleurs.

Au reste, l'absorption si énergique d'azote que manifestent les fèves n'a lieu que quand leurs feuilles sont développées, et elles doivent trouver dans le sol, pendant les premiers temps

(1) Arthur Young, tome XII, p. 212.

de leur végétation, la quantité d'engrais azotés nécessaires pour donner une première impulsion vigoureuse à leur développement. Schwerz nous dit que 30 voitures de fumier à 4 colliers (120,000 kil. de fumier contenant 480 kil. d'azote) ne sont pas trop pour 1 hectare de fèves ; mais on n'obtient pourtant en Flandre que 32 hectolitres de fèves avec une fumure de 208 kil. d'azote, tout en laissant le terrain dans le meilleur état pour la récolte suivante. En général les fèves supportent sans verser tout le fumier qu'on veut leur donner, et laissent en terre, par leurs chaumes et leurs racines, plus d'azote que ne lui en enlèvent leurs fanes et leurs graines.

D'après ce que nous venons de dire, il nous semble évident que les conditions de la culture de la fève sont, ainsi que nous l'avons déjà prescrit, un labour profond qui permette à ses racines de plonger dans le sol assez avant pour y trouver la fraîcheur et les éléments minéraux de sa nutrition, et, quant aux engrais, l'application des cendres propres à lui fournir de la potasse qu'elle absorbe en grande quantité et de tout le fumier qui doit servir à la récolte suivante de céréales.

Dans les provinces du midi le semis des fèves peut avoir lieu en novembre ou décembre. La plante a le temps de se fortifier avant l'hiver, et elle profite, pour croître, des temps humides du premier printemps. Nous avons souvent éprouvé des revers en semant les fèves après les gelées ; elles sont surprises par la sécheresse avant d'avoir pu s'emparer complétement du sol. Dans les pays plus septentrionaux, on ne gagne rien à semer en automne, et on peut craindre que la chaleur venant à manquer avant la sortie du grain, il ne reste en terre et y pourrisse. Au printemps, il faut attendre l'époque où les fortes gelées ne sont plus à craindre ; 2 ou 3° de froid font périr les jeunes fèves qui n'ont pas encore pris de la consistance. Arthur Young a fait des expériences sur les époques des semis, et il a trouvé les résultats suivants dans le climat de l'Angleterre :

	Produit moyen.		Produit moyen.
Semis en novembre. .	4,00	Semis en mars. . . .	4,00
— décembre. .	3,42	— avril. . . .	2,00
— janvier. . .	4,42	— mai.	1,42
— février. . .	4,49		

Les fèves paraissent ici n'avoir profité en rien à être semées avant l'hiver; elles ont perdu à l'être après le mois de mars, ayant été trop tôt atteintes par la sécheresse. En comparant le climat du midi à celui de l'Angleterre, nous verrons combien il est important d'y semer les fèves dès le mois de novembre; elles trouvent alors en terre une humidité analogue à celle qu'elles ont en Angleterre aux mois de mars et avril.

Quand on sème à la volée, il faut semer épais pour étouffer les mauvaises herbes; mais alors on a beaucoup de paille et peu de grain, les gousses ayant besoin d'air et de soleil pour se développer. On emploie pour ce semis $3^h,5$ de grain par hectare.

On sème en ligne soit au semoir, soit au plantoir, soit à la houe à la main, soit sous raie; on emploie alors $1^h,9$ de grain par hectare. Les fèves ne doivent pas être enterrées à plus de $0^m,05$ à $0^m,08$. Les lignes sont espacées de $0^m,33$ et jusqu'à $0^m,65$; à $0^m,55$ au moins quand les binages doivent être faits à la houe à cheval.

Le semis à la volée doit être hersé quand il est bien enraciné. Un hersage énergique ne nuit pas aux fèves et détruit les herbes adventives. Les cultivateurs accoutumés aux effets de la herse l'emploient même sur les fèves semées en ligne.

On donne deux binages aux fèves semées en ligne. Le premier a lieu dès que les plantes sont assez grandes pour qu'on ne craigne pas de les couvrir de terre; le second quand elles ont $0^m,15$ à $0^m,16$ de hauteur.

Dès que les cosses inférieures commencent à se former, il faut écimer la plante. Les nouvelles fleurs qui se formeraient au sommet n'auraient pas le temps de mûrir et nuiraient au développement des autres. Cet écimage prévient d'ailleurs ou

quelquefois arrête les ravages des pucerons qui s'attachent et se multiplient sur la partie la plus jeune et la plus tendre de l'épi. Ces pucerons sont lo principal fléau de la fève. On fait l'écimage avec une vieille faux emmanchée de revers ou avec une lame de sabre. Nous avons éprouvé une grande augmentation de récolte dans la partie des champs qui avait été écimée, comparativement à celle où l'on avait négligé cette précaution.

On fauche les fèves dès que le plus grand nombre de gousses a atteint sa maturité; les autres continuent à mûrir quoique détachées des racines. La paille en vaut mieux que si on les arrachait, et on laisse en terre un chaume et des racines qui contiennent des principes dont il no faut pas appauvrir le sol.

Le prix réel des fèves ne consiste que dans les frais de culturo; or, nous avons :

Un labour profond.	158 k. de blé.
Second labour pour enterrer le fumier.	92
Semer et tracer les raies d'écoulement.	24
Deux binages.	60
Écimage.	14
Récolte.	40
Frais généraux et rente.	327
	715
PRODUIT : 30 hect. de fèves, dont il faut retrancher 1h,9 p. la semence, reste 28h,1 de fèves, valant.	2472 k. de from.
2640 k. de paille, valant.	290
	2762

Ainsi l'on obtient l'équivalent de 2,762 kil. avec une dépense de 715 kil., ou 100 kil. avec 25 kil. Le prix du marché étant de 17 fr. l'hectolitre pour le blé, est de 9 fr. pour les fèves, et le prix de revient n'est que de 4 fr. 84 c.

Si l'on compare ensuite la fèvo au froment sous le rapport de ses facultés nutritives, on trouve que le froment valant 17 fr., la fève vaudrait 38 fr. On comprend combien sa consommation est avantageuse en considérant aussi qu'on peut remplacer, avec 1 hectolitre de fèves coûtant sur le marché 9 fr., la quantité de 340 kil. de foin qui, à 4 fr. les 100 kil., valent 13f60.

CHAPITRE III.

Les pois.

Les pois sont pour les hommes et les animaux une nourriture plus recherchée que celle de la fève et des vesces; elle est plus agréable au goût et ne provoque pas au même degré cet état de phlogose des intestins qui oblige à modérer l'usage de celles-ci, et surtout de la fève. Le pois est servi sur toutes les tables, et on peut en donner aux bestiaux la quantité nécessaire pour les porter à la fine graisse sans craindre d'altérer leur santé. Mais sous le rapport agricole, la culture des pois présente quelques difficultés qu'on ne trouve pas dans celle de la fève. Celle-ci supporte très bien une fumure complète qui lui donne un grand développement dans son premier âge, puis elle paraît se nourrir aux dépens de l'atmosphère, et l'action de ses feuilles supplée, pour ainsi dire, à celle de ses racines. Au contraire, le pois continue à se nourrir aussi par ses racines après la pousse de ses feuilles; il en résulte une surabondance de végétation herbacée qui se prolonge aux dépens de la production des fleurs et qui étouffe même quelquefois les fleurs qui paraissent. Il résulte de ces faits qu'on ne peut ni l'on ne doit chercher à obtenir une récolte considérable des pois au moyen de riches engrais; cette tentative conduirait quelquefois à ne récolter que de la fane ou de la paille. C'est ce qui fait que la culture des pois ne peut que par exception être une récolte riche. Sa véritable place est la fin d'un assolement qui laisse encore la terre en bon état, mais sans surabondance d'engrais, après les récoltes de blé qui ont bien réussi et qui laissent toujours un excédant considérable de sucs nutritifs, à cause de la faiblesse de l'aliquote absorbée par cette céréale.

Le pois doit être placé sur un terrain sec plutôt qu'humide, et léger plutôt que fort; mais il souffre de la sécheresse au mo-

ment de sa première pousse et jusqu'à ce qu'il ait recouvert la terre de ses fanes; comme la luzerne et quelques autres légumineuses, il n'aime pas à revenir plusieurs fois sur le même terrain. Ceux qui adoptent l'hypothèse des excrétions des plantes pour exprimer cette répugnance remarquent que les pois en produisent une grande abondance. Mais cette théorie souffre de graves objections, et on n'est pas parvenu encore à se rendre raison de ce phénomène qui, autrefois regardé comme une loi générale, se renferme aujourd'hui dans le cercle d'un petit nombre de végétaux.

On cultive plusieurs espèces de pois : le *pois d'Auvergne*, *de Marly*, le *carré fin*, le *carré blanc* et *noir*, et le *pois à couronne*. Mais ces espèces, ayant des tiges abondantes et fortes, ne donnent de récoltes satisfaisantes que quand elles sont ramées. Dans le voisinage des villes, on vend en vert tout ce qu'il est possible de fournir au marché, avant que la maturité ne soit trop avancée; mais la véritable espèce agricole est le *pois des champs* (*pisum arvense*) et ses variétés grises, blanches, vertes.

L'analyse du pois donne, sur 10,000 parties de graines :

Carbone. . .	4606	Chlore. . . .	3
Hydrogène. .	609	Chaux. . . .	31
Oxygène. . . .	4053	Magnésie. .	37
Azote.	418	Potasse. . .	111
Acide sulfur. .	15	Soude. . . .	8
Phosphore. . .	91	Silice. . . .	5
Fer et alumine. Traces.			

10,000 parties de paille :

Carbone. . .	4580	Oxygène. .	3557
Hydrogène. .	500	Azote. . . .	231

L'hectolitre de pois pèse de 79 à 88 kil. selon l'espèce. Rien n'est si incertain que le rapport de la récolte de paille à celle du grain; elle dépend absolument de la saison ; il est de 3 ou 4 à 1.

Les pois contiennent généralement à l'état normal 8,6 d'eau pour 100, et à cet état 3,82 d'azote pour 100. La paille

retient, avec la même quantité d'eau, 2,11 d'azote à l'état normal. Nous aurons donc, en supposant une moyenne de 350 de paille pour 100 de grain :

100 de grain.	3,82 d'azote.	Et l'hectol.	79 grain.	2^{k},55 d'azote.
350 paille. . .	7,38		276 paille	5,82
	11,20			8,37

Thaër récoltait ordinairement 11 hectolitres de pois par hectare avec une fumure assez légère en couverture ; Arthur Young assure en avoir récolté 39 hectolitres sans engrais. Pour obtenir une aussi forte récolte sur une jachère de blé, il aurait fallu que les pois eussent pu prendre 329 kil. d'azote dans une terre qui venait de porter du blé ; ce qui aurait supposé une fertilité de 517 kil. d'azote avant cette récolte et un produit de 92 hectolitres de blé. Or, rien de pareil ; Arthur Young ne signale pas le terrain comme doué d'une fertilité particulière : nous supposons qu'il lui ait rendu, comme dans son agriculture ordinaire, 18 hectolitres de blé ; le terrain n'avait que la fertilité de 100 kil. d'azote au moment du semis du blé, et il ne lui en restait que 63 kil. après la récolte ; les pois ont donc emprunté au moins 263 kil. d'azote à l'atmosphère, c'est-à-dire bien plus encore que nous n'avons trouvé par fèves. Mais dans un rapport qui est celui-ci, en supposant la récolte du grain égale de part et d'autre, 276 kil. de tiges de pois soutirent de l'atmosphère 263 kil. d'azote ; 88 kil. de tiges de fèves en soutirent 165 kil., et dans le rapport du poids des tiges, n'en devraient soutirer que 115 kil. Sauf l'exactitude de ces données, on voit que ces deux légumineuses à larges feuilles savent s'approprier les sucs atmosphériques dans une proportion qui se rapporte au volume de leurs tiges.

Le pois craint peu les gelées et peut passer l'hiver en terre. L'automne est l'époque la plus favorable à son semis dans les contrées méridionales ; on le sème au printemps avant toute autre légumineuse ; mais pour assurer son succès dans cette

saison, rien n'est plus favorable, dans les terrains qui craignent la sécheresse, que de le fumer en couverture avec un fumier pailleux, ou tout simplement de le recouvrir de paille comme le faisait Dalho. Ce procédé abrite le terrain, prévient une évaporation trop rapide avant le temps où le pois l'aura recouvert de son feuillage.

On sème le pois en ligne pour faciliter les binages. Néanmoins, après de longues expériences, Arthur Young trouvait qu'il y avait plus d'avantage à le semer épais à la volée; il lui donnait un seul binage avec une petite houe à la main, quand les plantes se distinguaient bien. Les tiges ne tardaient pas à s'enlacer les unes les autres et à étouffer les plantes adventives qui poussaient sous son ombrage. Si l'on sème en lignes, on les espace de $0^m,20$ à $0^m,30$; on place de 60 à 100 grains par mètre carré, selon que l'espèce qu'on cultive a des tiges plus fortes et plus élevées. Bürger, qui cultivait le pois à couronne, qui pesait 88 kil. par hectolitre contenant 362,700 grains, semait 6 décalitres par hectare; Arthur Young en employait 17 décalitres en se servant du semoir. On emploie 15 à 20 décalitres de pois des champs dont la semence est assez petite, mais il faut observer qu'un grand nombre de graines est détruit par les oiseaux, les petits quadrupèdes et les insectes, qui en sont friands. Les oiseaux font aussi une guerre mortelle aux plantes à mesure qu'elles sortent de terre, et il faut faire garder le champ pour les préserver de cette cause de destruction.

Il se rencontre souvent des grains qui ont été attaqués par les insectes dans les greniers; ceux-ci sont percés et ne peuvent plus germer; il faut donc trier avec attention ceux qu'on destine pour la semence. Celle-ci est enterrée à $0^m,06$ ou $0^m,08$ de profondeur. Les pois lèvent vite, et dès le quatrième ou cinquième jour, quand la température est assez élevée.

Les pois exigent pour mûrir la même température que la fève. Quand une partie des gousses est mûre, on les fauche, et puis les tiges étant sèches, on les charge à brassées sur la char-

rette garnie de toiles, et on les transporte sur l'aire ou en grange, et on les bat au fléau.

Les pois des espèces supérieures servent à la nourriture de l'homme; le pois des champs est destiné à celle des animaux qu'il engraisse complétement et avec rapidité. La paille est excellente et très appréciée. D'après les expériences directes, 100 de paille équivalent, pour la nourriture, à 30 de grain; d'après leur teneur relative en azote, 100 de paille devraient représenter 55 de grain; on voit ici les effets d'une plus grande difficulté dans l'assimilation des aliments, selon que les éléments nutritifs sont renfermés entre des parois plus ligneuses et plus difficiles à pénétrer. Ainsi, nous aurons par chaque

	100 k. de graine.
350 de paille, équivalant à	157 de graine
	257

On voit par là pour quelle part considérable la paille de pois peut entrer dans la récolte, et on ne s'étonnera pas si l'on cultive ce grain uniquement pour le pousser en tige par le moyen de l'engrais, ou pour le récolter comme fourrage, ou pour l'enterrer comme engrais.

Le prix réel du pois résulte des frais de culture, puisque nous n'avons pas à y faire entrer la valeur de l'engrais. Nous avons :

Un labour en terre moyenne.	84 k. de blé.
Semis.	21
Semence, 1h,8.	167
Deux binages à la main. . .	50
Récolte.	40
	365
Rente et frais généraux.	327
	692 k. de blé.

Produit : 13 hect. de pois, 1027 k.		valant.	1207 k. de blé.
Et l'équivalant de paille. .	2934	valant.	1036
			2243 k.

Les 100 kil. de pois coûtent

$$\frac{692 + 100}{2243} = 30^{k},85 \text{ de blé.}$$

Le prix du marché étant de 20 à 17 dans le rapport de celui des pois à celui du blé, on voit combien cette récolte peut être avantageuse, surtout pour celui qui fait consommer sa paille d'une manière intelligente, et pour ceux qui, sachant que pour la nourriture 20 de pois équivalent seulement à 10 de blé, en font usage eux-mêmes pour eux ou pour leurs animaux, plutôt que de les vendre à un prix relatif aussi peu en rapport avec leur valeur véritable. Autrefois les pois formaient une partie essentielle de la nourriture de l'Allemagne; on les y consomme encore dans quelques parties, surtout le long du Rhin; mais partout ailleurs ils ont été chassés par la pomme de terre. Les pois cultivés avec négligence donnaient lieu à beaucoup de mécomptes et n'offraient pas une garantie suffisante contre les disettes; mais c'était une nourriture bien plus riche qui conservait mieux les forces des hommes et n'affaiblissait pas les races comme la pomme de terre, quand elle n'est pas alliée à une nourriture supplémentaire suffisante. Avec les fèves pour les animaux et les pois pour l'homme, l'alimentation était excellente; les engrais étaient réservés pour les récoltes céréales. Aujourd'hui les pommes de terre sont menacées par des fléaux qui peuvent causer de véritables famines à cause de la généralité de leur culture; il serait peut-être sage de ne plus compter entièrement sur elles et de recourir davantage aux graines légumineuses qu'on a trop négligées.

CHAPITRE IV.

Les vesces.

Au contraire des pois qui préfèrent les terrains légers et un peu secs, les vesces ne donnent de pleines récoltes que dans ceux qui sont tenaces et peu humides. C'est comme fourrage

qu'on les cultive principalement; mais la grande consommation de leur grain comme semence, l'usage qu'on en fait pour la nourriture des pigeons et aussi pour l'engraissement des bœufs, rend très avantageuse la récolte de leur grain.

On cultive depuis longtemps deux variétés, peut-être deux espèces de vesces : la *vesce noire*, qui se sème en automne, et la *vesce blanche* au printemps; depuis quelque temps on a introduit la *vesce velue*, dite aussi *vesce de Russie*, qui, dans les terrains qui lui conviennent, donne d'abondantes récoltes.

On peut difficilement fixer le rapport du grain à la paille. D'après ses récoltes, Bürger l'a établi dans le rapport de 100 à 280; ses vesces pesaient 85 kil. à l'hectolitre. Celles récoltées aux environs de Paris pèsent seulement 80 kil.

La graine de vesce à l'état complétement sec renferme 5,13 d'azote pour 100; elle retient environ 14,6 d'eau, et par conséquent à l'état normal elle contient 4,37 d'azote pour 100. Sa paille contient 1,20 d'azote pour 100 à l'état sec et 1,05 à l'état normal. Ainsi :

	Azote.		Azote.
100 kil. de grain contiennent.	4,37	Pesant, l'hectolitre, 80 kil.	3,50
280 de paille.	2,88	Paille. . 224	2,25
Total. . .	7k25		5k75

Les chaumes et les feuilles qui tombent pendant la végétation rétablissent le terrain dans l'etat où il était avant cette culture; la vesce puise dans l'atmosphère tous les principes qui entrent dans sa composition, à l'exception des principes fixes.

Pour cultiver la vesce d'hiver, on donne un labour aussitôt que l'état de la terre le permet, après la moisson. Comme il est essentiel que la première pousse soit vigoureuse, on donne à la terre le fumier qu'on destine à la récolte suivante; on sème ensuite à la volée 1,5 à 2 hectolitres de graine mélangée de 1 hect. de seigle ou d'avoine, pour servir d'appui aux plantes. On recouvre par un coup de herse, car les graines ne de-

mandent pas à être enterrées profondément. Il faut faire garder le champ pendant le jour, jusqu'à la sortie des plantes, si les pigeons sont nombreux dans le pays, car ils en sont très avides.

Les vesces étant une plante essentiellement étouffante par la masse de ses tiges, on n'est obligé à aucune culture du printemps. La récolte est presque assurée si cette saison est pluvieuse; mais aussi la sécheresse lui fait le plus grand tort. On assurerait ce produit par une fumure en couverture à la fin de l'hiver, ou par une couche de paille ou de roseaux dont on le couvrirait. La récolte en vaut la peine; quand elle réussit, on obtient souvent 15 hectolitres de grain et 2,700 kil. de paille d'une valeur presque égale à celle des pois.

La vesce de printemps doit être semée dès qu'on ne craint plus les gelées.

Les vesces sont mûres plutôt que les pois; il faut veiller au moment où la maturité est prononcée sur un grand nombre de gousses, car elles s'ouvrent en se repliant sur elles-mêmes, et dispersent leurs graines. Le prix du marché des vesces est de 12, celui du blé étant à 17.

Le prix réel des vesces consiste dans leurs frais de culture, qui sont ainsi qu'il suit :

Un labour en terre forte.	92 kil. de blé.
Un coup de scarificateur, avant le semis. .	48
Semis et le coup de herse.	24
Un hectolitre de seigle.	56
Paille et couverture de fumier..	280
Frais de récolte	40
Garde pendant la sortie du grain.	50
Frais généraux et rente.	327
	917 kil.

15 hectolit. de grain, diminué de 2 hectol. pour semence, reste 13 hectol., pesant 1010 kil., valant.	734 blé.
2912 kil. de paille, valant 22 kil. de blé les 100.	640
	1874

Ainsi l'on obtient l'équivalent de 1,374 kil. de blé avec une dépense de 917 kil., ou l'équivalent de 100 kil avec 66,74 kil. et chaque hectolitre 53 kil. de blé; leur prix relatif est de 100 : 67, tandis que leur prix de marché est de 100 : 70.

Comme nourriture, le rapport de ces deux grains est comme 100 : 224. On voit donc qu'il est avantageux de cultiver la vesce quand on se trouve dans de bonnes conditions; qu'il vaut mieux la cultiver que l'acheter, et qu'enfin on trouve du profit à la consommer plutôt qu'à la vendre.

CHAPITRE V.

Les pois chiches (cicer arietinum).

Le pois chiche est le légume favori des peuples méridionaux, et il commence aussi à être apprécié dans le nord à cause des excellentes purées qu'on prépare avec son grain. Dans la région des orangers, on le sème en automne; mais déjà au nord, dans celle des oliviers, on ne le sème qu'au printemps, quoiqu'il craigne peu le froid.

Il préfère les terres sèches et meubles, et ne craint pas les pierreuses; quoiqu'il vienne bien sur les terres calcaires légères, on doit s'abstenir de le placer dans celles qui contiennent du sulfate de chaux, même en petite proportion, car alors sa peau se durcit et le légume ne cuit pas bien, à moins qu'on n'alcalise l'eau dans laquelle on le fait bouillir.

On le sème en ligne sur un labour et à la distance de $0^m,50$. On le bine quand ses plantes ont $0^m,2$ ou $0^m,3$ de haut; le binage fait après la floraison fait dessécher la plante.

Le pois chiche exige, pour mûrir, la même somme de température que le blé.

Son grain est très azoté; sa paille forme un très bon fourrage.

Sa culture est très limitée, parce qu'il est moins productif que les autres légumes, quoique sa réussite soit moins chanceuse; mais les terrains qui lui conviennent ne sont pas toujours communs. Nos fermiers n'en cultivent, en général, que la quantité nécessaire pour leur consommation; sa culture est plus étendue dans la péninsule ibérique. Dans les terrains secs et peu riches où il est placé, il rend environ 4 hectolitres par hectare, qui ont une valeur plus grande que 6 hectolitres de seigle. On regarde le pois chiche comme une plante épuisante, si on en juge par les clauses des baux des pays méridionaux qui en défendent la culture.

CHAPITRE VI.

Les lentilles.

Comme les pois chiches, les lentilles préfèrent un terrain sec et même graveleux, et ne réussissent pas sur les sols compactes. On les sème de bonne heure, pendant l'hiver dans le midi, au printemps plus au nord. On emploie 10 à 15 décalitres de semence par hectare, selon que les lignes sont espacées à $0^m,25$ pour les biner à la main, ou à 0,65 pour y faire passer la houe à cheval. On arrache les plantes dès que la maturité se prononce, sans quoi les grains se dissémineraient.

Les auteurs donnent à la lentille un rendement qui varie de 10 à 21 hectolitres par hectare. L'hectolitre pèse 85 kil. Elle dose à l'état sec 4,40 d'azote pour 100, et à l'état normal, avec 9 pour 100 d'eau, 4,00 d'azote. La paille de la lentille dose

1,18 à l'état sec et 1,01 d'azote à l'état normal. La proportion de la paille au grain est de 140 à 100.

Nous avons donc :

Pour 100 kil. de grain à l'état normal.		4k,00 d'azote.
140	de paille.	1,41
		5,41
Et pour l'hectolitre, 85 kil. de grain. .		3k40 d'azote.
	119 de paille. . . .	1,21
		4,61

Le prix vénal des lentilles est à celui du blé comme 145 : 100.

Le prix réel des lentilles résulte des frais de culture. Ainsi nous avons :

Un labour en terre légère.	68 kil. de blé.
Semis sous raie.	20
Binage à la main.	25
Récolte.	40
Frais généraux et rente. .	327
	480 kil.

PRODUIT.

5 hectolitres (1275 kil.), moins 1h,5 pour semis, à 13h,5, pesant 1147k,50 et valant.	1664 k. blé.
Paille 1785 kil. pour 15 hectolitres, ayant une valeur double de la paille de blé, ou 22 kil. de blé pour 100. . . .	392
	2056

Ainsi, dans les terrains qui ont assez de vieil engrais pour favoriser le premier développement de la plante, les 100 kil. de lentilles coûtent 23k,4 de blé.

FIN DU TOME TROISIÈME.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME III.

MÉCANIQUE AGRICOLE.

Pages.

PREMIÈRE PARTIE. — *Des forces motrices.* 7

CHAPITRE I. — Travail du vent. 7
SECTION 1. — Force du vent. 8
SECTION 2. — Travail à utiliser, prix du travail du vent. 14
CHAPITRE II. — Travail de l'eau courante. 15
SECTION 1. — Travail disponible des cours d'eau. . . 16
§ 1. — Jaugeage de l'eau s'écoulant par un orifice. 17
§ 2. — Jaugeage de l'eau s'écoulant sur un déversoir. 20
§ 3. — Jaugeage des eaux dans un canal. 20
SECTION 2. — Évaluation de la force motrice des cours d'eau. 21
SECTION 3. — Prix du trav. il mécanique de l'eau. . . . 22
CHAPITRE III. — De la vapeur. 25
SECTION 1. — Évaluation du travail de la vapeur.. . . 25
SECTION 2. — Prix du travail de la vapeur. 28
CHAPITRE IV. — Des moteurs animés en général. 30
CHAPITRE V. — De l'homme. 32
SECTION 1. — Acquisition du travail de l'homme. . . . 32
SECTION 2. — Force musculaire de l'homme. 38
SECTION 3. — Durée des journées de l'ouvrier. . . . 45
SECTION 4. — Travail journalier de l'ouvrier. 47
SECTION 5. — Limites du prix de la journée de l'ouvrier. 49
SECTION 6. — De l'entretien de l'ouvrier. Nourriture. . 51
SECTION 7. — Dépenses d'entretien autres que la nourriture. 55
SECTION 8. — Recettes de l'ouvrier. 57
SECTION 9. — Prix du travail de l'ouvrier. 63
CHAPITRE VI. — Du cheval. 66
SECTION 1. — Force musculaire du cheval. 68
SECTION 2. — Emploi du cheval comme animal de bât. . 72
SECTION 3. — Cheval agissant par son propre poids. . . 74
SECTION 4. — Moyen de disposer du travail des animaux. 75
SECTION 5. — Nourriture du cheval. 78

Pages.
Section 6. — Prix du travail du cheval. 82
Chapitre VII. — Du mulet et de l'âne. 85
Chapitre VIII. — Des bœufs. 88
Chapitre IX. — Les vaches. 97

DEUXIÈME PARTIE. — *Des instruments et des machines.* 101

Première division. — Instruments de culture. 103

Chapitre I. — Instruments perforants. 104
Chapitre II. — Instruments destinés à couper la terre on bandes verticales : coutres, râteaux, herses, peignes, scarificateurs. 107
Section 1. — Résistance opposée à l'action du coutre. . 107
Section 2. — Instruments divers construits au moyen du coutre. 110
§ 1. — Râteaux et herses. 111
§ 2. — Les peignes. 114
§ 3. — Scarificateurs, griffons. 116
Chapitre III. — Instruments destinés à couper la terre en tranches horizontales. 119
Section 1. — Résistance apportée à l'action des socs. . 120
§ 1. — Expériences sur le soc droit (perpendiculaire à la résistance). 121
§ 2. — Expériences sur les socs obliques. . . . 122
Section 2. — Instruments divers construits au moyen des socs. 123
Chapitre IV. — Instruments destinés à retourner la terre sur elle-même par bandes. 128
Section 1. — Tracé du versoir héliçoïde. 132
Section 2. — Tracé du versoir paraboloïde. 135
Section 3. — Résistance du versoir occasionnée par le poids de la tranche de terre. 137
Section 4. — Résistance occasionnée par les frottements. 138
Section 5. — Résistance occasionnée par le changement de figure du prisme de terre. 139
Section VI. — Les buttoirs. 140
Chapitre V. — Instruments qui coupent la terre verticalement, horizontalement, et qui la retournent par une action continue (charrue). 143
Section 1. — Disposition relative des outils. 143
Section 2. — Moyen d'attache des outils. 146
Section 3. — Application de la force à la charrue. . . 147
Section 4. — Moyens permanents de faire varier le point d'application de la force (régulateur). . 149

Pages.

SECTION 5. — Moyens transitoires de faire varier les points d'application de la force (manches). . . 153
SECTION 6. — Direction de la force appliquée au centre des résistances. 154
SECTION 7. — Force additionnelle nécessaire pour vaincre la résistance de l'avant-train. . . . 167
SECTION 8. — Preuves de l'exactitude de la théorie exposée, tirées de l'expérience. 171
SECTION 9. — Changements dans la disposition de la charrue relatifs à différentes destinations. . 175
§ 1. — Charrues tourne-oreilles. 175
§ 2. — Charrues à défoncer. 178
§ 3. — Charrues sous-sol. 182
§ 4. — Charrues-taupes. 182
SECTION 10. — Récapitulation générale des conditions de la charrue. 184

CHAPITRE VI. — Instruments destinés à déplacer la terre par une action discontinue en prismes qui prennent le nom de mottes (bêches, pioches, houes). 185
SECTION 1. — Bêches ; leurs variétés. 186
SECTION 2. — Emploi de la pelle. 188
SECTION 3. — Emploi de la bêche. 192
§ 1. — Travail mécanique du premier mode d'action. 194
§ 2. — Travail mécanique du second mode d'action. 198
§ 3. — Observations sur la forme des bêches. . . 198
§ 4. — La fourche. 200
SECTION 4. — La houe (pics, serfouettes, binettes). . . 203

CHAPITRE VII. — Instruments destinés à briser les mottes, ameublir, aplanir et presser la terre par une action discontinue (masses) et par une action continue (rouleaux). 206

CHAPITRE VIII. — Instruments servant à répandre la semence (semoirs). 210

CHAPITRE IX. — Instruments pour les récoltes. 218
SECTION 1. — Instruments tranchants, faucilles, faux, etc. 218
SECTION 2. — Instruments employés pour détacher les grains de la paille. 221
§ 1. — Le fléau. 224
§ 2. — Le dépiquage. 224
§ 3. — La machine à battre. 226
§ 4. — Le ventilateur. — Tarare. 233
§ 5. — Cribles. 235

Pages.
§ 6. — Machine à battre complète. 236
§ 7. — Les rouleaux. 237
Chapitre X. — Instruments de transport. 244
Section 1. — Véhicules à deux roues. Charrettes. . . 244
§ 1. — Les roues. 244
§ 2. — Les bandes. 246
§ 3. — Poids total et chargement d'une voiture à deux roues. 248
Section 2. — Voitures à quatre roues. Chariots. . . . 250
Section 3. — Tirage des voitures selon la nature du sol. 258
Section 4. — Nombre de chevaux à atteler au véhicule. 263
Section 5. — Du mode d'attelage. 267
Section 6. — Harnachement. 269
Section 7. — Instruments de transport à bras d'homme. 274
§ 1. — Paniers. 274
§ 2. — La hotte. 275
§ 3. — La civière. 275
§ 4. — La brouette. 276
Section 8. — Comparaison des véhicules dans les transports avec retour à vide. 277
Chapitre XI. — Des machines propres à élever l'eau. . . . 282
Section 1. — Machines à percussion. 283
Section 2. — Machines agissant par l'adhérence de l'eau. 284
Section 3. — Machines employant la force d'inertie. . . 284
Section 4. — Machines employant une force agissant dans le sens contraire de la pesanteur. . 287
Section 5. — Machines agissant par l'effet du plan incliné. 294
Section 6. — Machines qui élèvent l'eau par la pression atmosphérique. 295
Section 7. — Considérations sur l'application des différentes forces aux machines hydrauliques. 300
§ 1. — Le vent. 300
§ 2. — De l'eau comme moteur. 301
§ 3. — De la vapeur. 305
§ 4. — Comparaison des frais nécessaires pour élever l'eau à l'aide des différentes forces motrices. 308

AGRICULTURE.

INTRODUCTION. 311

PREMIÈRE PARTIE. — *De la culture*. 327

Chapitre I. — Des défrichements. 331
Section 1. — Opportunité des défrichements. 331

Pages.
Section 2. — Des différents modes de défrichement. . . 336
Section 3. — Effondrement du sol. 337
Section 4. — Défoncement profond. 338
Section 5. — Défoncement superficiel. 343
Section 6. — Défrichement avec écobuage. 348
Section 7. — Comparaison des différents modes de défrichement. 355
Chapitre II. — Travaux périodiques. 359
Chapitre III. — Cultures annuelles. 364
Section 1. — But des cultures. 365
Section 2. — Labour pour ouvrir la terre. 366
Section 3. — Labour d'ameublissement du sol. . . . 369
Section 4. — Terre gâtée. 373
Section 5. — Labours d'ameublissement et de nettoiement des terres (labours de sarclage) . 379
Section 6. — Influence des saisons sur les labours. . . 384
Section 7. — Forme du labour. 386
Section 8. — Utilité et convenance des labours à plat ou en billons. 391
Section 9. — Culture de Tull. 395
Section 10. — Culture du major Beatson. 400
Chapitre IV. — Distribution des engrais. 402
Section 1. — Des différents genres d'appauvrissement du sol. 402
Section 2. — Qualité des engrais à donner à la terre. . 405
Section 3. — Quantité des engrais à donner à laterre. . 408
Section 4. — Manière de compter le vieil engrais dans la succession des cultures. 414
Section 5. — Intervalle entre les fumures. 418
Section 6. — Manière de répartir un engrais insuffisant. 421
Section 7. — État des engrais à l'époque de leur emploi. 424
Section 8. — Charroi des engrais. 426
Section 9. — Comment l'engrais doit être situé par rapport aux plantes. 430
Chapitre V. — Des semis. 438
Section 1. — Choix des semences. 440
Section 2. — Conservation des semences, durée de leurs facultés germinatives. 454
Section 3. — Profondeur à laquelle les grains doivent être enterrés. 456
Section 4. — De l'époque des semis. 461
Section 5. — Distance à mettre entre les plantes. . . 467
Section 6. — Quantité de semence. 474
Section 7. — Préparation des semences. 479

Pages
Section 8. — Des germes qui ne sont pas contenus dans les graines des plantes. 483
Chapitre VI. — Pratique des semailles. 484
Section 1. — Semailles d'automne. 485
Section 2. — Procédés divers pour les semailles. . . 486
§ 1. — Semis à poquets. 488
§ 2. — Semis sous raie. 489
§ 3. — Moyens d'enterrer le semis après que le grain a été répandu à la volée. Araires. . . . 490
§ 4. — Semailles avec le scarificateur ou la herse. . 492
§ 5. — Semis au moyen du semoir. 494
Section 3. — Plombage des terrains. 496
Section 4. — Procédés pour répandre la semence en terre. 497
§ 1. — Semis à la volée. 497
§ 2. — Semoirs; semis en ligne. 501
Section 5. — Semailles du printemps. 505
Section 6. — Semis à l'abri et sous couche des plantes délicates. 508
Chapitre VII. — Transplantation des plantes herbacées. . . 509
Chapitre VIII. — Transplantation des plantes vivaces et des arbres. 512
Chapitre IX. — Des haies. 514
Section 1. — Arbrisseaux à employer pour former les haies de clôture. 518
Section 2. — Haies d'abri. 519
Section 3. — Haies forestières. 521
Section 4. — Les haies de produit. 523
Chapitre X. — Pratique des plantations. 523
Section 1. — Époque des plantations. 523
Section 2. — Préparation du terrain pour les plantations. 526
Section 3. — Préparation des sujets à transplanter. . . 527
Section 4. — Fosse pour transplanter les arbres; plantation.. 530
Section 5. — Soins ultérieurs à donner aux plantations d'arbres. 537
Section 6. — Plantation des boutures. 538
Section 7. — Des marcottes. 541
Section 8. — De la greffe. 542
Chapitre XI. — Retranchement d'organes des végétaux pour obtenir un plus grand ou un meilleur produit. 547
Section 1. — Pincement des tiges. 549
Section 2. — De l'effeuillaison. 551
Section 3. — De l'écimage. 553
Section 4. — De la taille et de l'ébourgeonnement. . . 554

Pages.
§ 1. — Taille à fruit. 555
§ 2. — Taille pour obtenir la production de la fouille. 557
CHAPITRE XII. — Culture pendant la végétation des plantes. 558
SECTION 1. — Sarclage. 558
SECTION 2. — Buttage. 561
CHAPITRE XIII. — Des récoltes. 564
SECTION 1. — Cueillette des fruits. 567
SECTION 2. — Récolte des fruits. 568
SECTION 3. — Récolte des racines. 568
SECTION 4. — Arrachage des tiges. 570
SECTION 5. — Sciage ou fauchage des tiges. 571
SECTION 6. — Époque de la coupe des fourrages. . . . 575
SECTION 7. — Fanage des foins. 580
SECTION 8. — Mise en grenier ou en meules. 582
SECTION 9. — Opérations qui suivent le sciage des plantes à graines. 584
SECTION 10. — Observations générales sur les récoltes. . 587

DEUXIÈME PARTIE. — *Physiologie agricole* (*cultures spéciales*) 591

PREMIÈRE CLASSE. — CÉRÉALES. 596

[CHA]PITRE I. — Le froment. 599
SECTION 1. — Variétés de froment. 601
§ 1. — Touselles. 603
§ 2. — Seisettes. 605
§ 3. — Poulards (*petanielles, triticum turgidum*). . 606
§ 4. — Aubaines. 607
§ 5. — Blé de Pologne. 608
SECTION 2. — Végétation du froment. 608
SECTION 3. — Convenances météorologiques du froment. . 616
SECTION 4. — Partie constituante du froment. 624
SECTION 5. — Poids du froment. 627
SECTION 6. — Farine et principes ternaires et quaternaires contenus dans le blé. 629
SECTION 7. — Rendement du blé. 633
SECTION 8. — De la nature du sol propre au froment. . 636
SECTION 9. — Les engrais, leur qualité. 639
SECTION 10. — Aliquote de l'engrais absorbé par le blé. . 642
SECTION 11. — Sympathie et antipathie du froment. . . 646
SECTION 12. — Choix des variétés de froment. 647
SECTION 13. — Culture du blé. 651
§ 1. — Pratique de la culture. Blé de printemps. . . 653
§ 2. — Blé sur jachère. 653

Pages.
§ 3. — Blé sur défrichement. 654
§ 4. — Blé sur récoltes jachères. 656
§ 5. — Blé en touffes. 657
§ 6. — Culture de blé en lignes. 658
§ 7. — Culture de blé avec irrigation. 659
Section 14. — Maladies du blé. 661
Section 15. — Prix intrinsèque du froment. 665
Chapitre II. — Les épeautres. 669
Section 1. — Le grand épeautre (*triticum spelta*). . . 669
§ 1. — Variétés. 670
§ 2. — Mode de végétation. 671
§ 3. — Proportions des différentes parties de l'épeautre. 671
§ 4. — Rendement do l'épeautre. 673
§ 5. — Culture de l'épeautre. 675
§ 6. — Valeur de l'épeautre. 675
Section 2. — Petit épeautre (*triticum monococum, locular, engrain*). 676
Chapitre III. — Du seigle. 676
Section 1. — Variété de seigle. 678
Section 2. — Végétation et convenances météorologiques du seigle. 679
Section 3. — Parties constituantes du seigle. . . . 680
Section 4. — Sol propre au seigle. 682
Section 5. — Des engrais pour le seigle. 684
Section 6. — Culture du seigle. 686
Section 7. — Choix de variétés de seigle. 687
Section 8. — Maladies du seigle. 688
Section 9. — Prix réel et prix vénal du seigle. . . . 689
Chapitre IV. — De l'orge. 691
Section 1. — Espèces d'orges. 693
§ 1. — Espèces sur six rangs. 693
§ 2. — Espèces à graines sur deux rangs. 694
Section 2. — Végétation de l'orge. 695
Section 3. — Parties constituantes de l'orge. 696
Section 4. — Sol propre à l'orge. 698
Section 5. — Engrais et rendement. 699
Section 6. — Culture de l'orge. 701
Section 7. — Valeur réelle et prix de l'orge. 704
Chapitre V. — De l'avoine. 706
Section 1. — Variétés d'avoine. 708
Section 2. — Parties constituantes de l'avoine. . . . 710
Section 3. — Engrais pour l'avoine. Aliquote qu'elle y puise. 711

Pages.

Section 4. — Convenances météorologiques de l'avoine. 713
Section 5. — Culture. 713
Section 6. — Prix réel et marchand de l'avoine. 714
Chapitre VI. — Le méteil. 717
Chapitre VII. — Le sarrasin. 719
Chapitre VIII. — Le riz. 725
Section 1. — Variétés du riz. 728
Section 2. — Composition du riz. 729
Section 3. — Préparation du terrain. 730
Section 4. — Prix du riz. 739
Chapitre IX. — Les millets (*panies*). 740
Chapitre X. — Le maïs. 745
Section 1. — Variétés du maïs. 746
A. Variétés à grain jaune. 747
B. Variétés à grain blanc. 748
Section 2. — Parties constituantes du maïs. 748
Section 3. — Engrais. 749
Section 4. — Culture du maïs. 753
Section 5. — Culture associée au maïs. 760
Section 6. — Maladies du maïs. 761
Section 7. — Valeur réelle et vénale du maïs. 762
Chapitre XI. — Le sorgho (*holcus sorghus*). 766

DEUXIÈME CLASSE. — Légumes (*plantes légumineuses cultivées pour leurs semences*). 769

Chapitre I. — Les haricots. 772
§ 1. — Haricots ramés. 773
§ 2. — Haricots nains. 773
Chapitre II. — Les fèves. 779
Chapitre III. — Les pois. 788
Chapitre IV. — Les vesces. 973
Chapitre V. — Les pois chiches (*cicer arietinum*). 796
Chapitre VI. — Les lentilles. 797

FIN DE LA TABLE DU TOME TROISIÈME.







